FLÁVIO JOSÉ DE AZEVEDO

IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA SILVESTRE CAUSADOS POR ESTRADAS NA REGIÃO DO OESTE PAULISTA E A EFETIVIDADE DAS MEDIDAS MITIGADORAS

Ano 2022

FLÁVIO JOSÉ DE AZEVEDO

IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA SILVESTRE

CAUSADOS POR ESTRADAS

NA REGIÃO DO OESTE PAULISTA

E A EFETIVIDADE DAS MEDIDAS MITIGADORAS

Ano 2022

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

2022 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do texto © 2022 Os autores
Copyright da edição © 2022 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.
Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao autor, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial
Ciências Biológicas e da Saúde
Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso
Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília
Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Impactos ambientais sobre a fauna silvestre causados por estradas na região do oeste paulista e a efetividade das medidas mitigadoras

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: O autor
Autor: Flávio José de Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A994 Azevedo, Flávio José de
Impactos ambientais sobre a fauna silvestre causados por estradas na região do oeste paulista e a efetividade das medidas mitigadoras / Flávio José de Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0589-4
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.894220111

1. Impacto ambiental. 2. Responsabilidade ambiental. 3. Urbanização - Aspectos ambientais. 4. Meio ambiente. 5. Estradas. I. Azevedo, Flávio José de. II. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ano 2022

DECLARAÇÃO DO AUTOR

O autor desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declara que participou ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certifica que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Dedico à minha família, que tem estado ao meu lado em todos os momentos, me motivando a cada dia mais e pelo seu amor e carinho de sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por tua graça, misericórdia e amor pela minha vida, por tua fidelidade e sempre me fortalecer e renovar minha fé a cada dia mais.

À minha família, por estar sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando, sobretudo nesta etapa da minha vida, por todo amor, carinho e compreensão.

A todos, minha gratidão!

“Chegará o dia em que o homem
conhecerá o íntimo de um animal.
E, neste dia, todo crime contra um animal,
será um crime contra a humanidade”.

(Leonardo da Vinci)

APRESENTAÇÃO

Atualmente o autor exerce as profissões de Advogado, Professor, Sócio Proprietário do escritório FJA Advocacia e Consultoria Jurídica. Possui experiência em vários ramos do Direito. Possui graduação em DIREITO pela FACULDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE. PÓS GRADUAÇÃO - NOVO CÓDIGO DE PROCESSO CIVIL - Faculdade Antonio Eufrásio de Toledo. Título de especialista concedido pelo Centro Universitário Antonio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente, com indicação de seu livro a compor o acervo deste conceituado Centro Universitário e com a publicação da mesma. Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional pela Universidade do Oeste Paulista - Unoeste. Autor de capítulo no Livro Processo Civil Contemporâneo - Estudo do NCPC. Vários artigos em revistas.

Nome do autor: Flávio José de Azevedo

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS

ARTESP - Agência de Transporte do Estado de São Paulo
CART - Concessionária Auto Raposo Tavares
CBEE - Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
GAEMA - Grupo de Atuação Especial de Defesa do Meio Ambiente
IBRAM - Instituto Brasília Ambiental
IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MP - Ministério Público
EIA - Estudo de Impacto Ambiental
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

RESUMO

IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA SILVESTRE CAUSADOS POR ESTRADAS NA REGIÃO DO OESTE PAULISTA E A EFETIVIDADE DAS MEDIDAS MITIGADORAS

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os impactos ambientais sobre a fauna silvestre decorrentes das estradas na região do Oeste Paulista, bem como as medidas mitigadoras para minimizar este problema. As obras viárias, não obstante sua imprescindibilidade, comprometem o meio ambiente, trazendo, muitas vezes, impactos ambientais irreversíveis. Certamente, as estradas são fundamentais para o desenvolvimento econômico. Sua construção, porém, como toda ação antrópica, ocasiona inúmeros impactos ao meio ambiente, uma vez que modifica o hábitat natural da fauna. Cada nova construção acarreta fluxo humano em locais anteriormente inabitados, tornando vulnerável esse mesmo hábitat e, por consequência, podendo resultar em perda de espécies. Os impactos ambientais são, desse modo, um dos fatores mais relevantes quanto à perda da biodiversidade em todo o mundo. Dessa maneira, para que haja um desenvolvimento sustentável, é necessário pensar em medidas urgentes para a preservação ambiental. Nesse diapasão, faz-se urgente a tomada de medidas mitigadoras que minimizem os danos ambientais. Soluções comuns devem ser encontradas, considerando todos os riscos e adaptando as formas de vida aos padrões menos impactantes, utilizando políticas públicas adequadas para cada caso. Almeja-se, assim, que economia e meio ambiente possam coexistir de forma harmônica e proporcional, possibilitando o desenvolvimento sustentável, com a finalidade de que não se esgotem os recursos que hoje estão à disposição. Devem sempre existir medidas viáveis de proteção à fauna, pois dela também dependemos nós. É essencial adotar medidas urgentes para a preservação do meio ambiente. O desenvolvimento sustentável é o caminho para a nossa sobrevivência e das futuras gerações. O meio ambiente ecologicamente equilibrado é direito de todos, conforme dispõe o art. 225 da Constituição Federal. Dessa maneira, também é dever de todos promover a preservação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Estradas. Impactos Ambientais. Fauna Silvestre. Medidas Mitigadoras. Efetividade. Meio ambiente ecologicamente equilibrado. Futuras gerações.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL IMPACTS ON WILDLIFE CAUSED BY ROADS IN THE WESTERN REGION OF SÃO PAULO AND THE EFFECTIVENESS OF MITIGATING MEASURES

This paper aims to present the environmental impacts on wild fauna resulting from roads in the western region of São Paulo, as well as mitigating measures to minimize this problem. The road works, despite their indispensability, compromise the environment, often bringing irreversible environmental impacts. Of course, roads are fundamental to economic development. Its construction, however, like any anthropic action, causes countless impacts to the environment, since it modifies the natural habitat of the fauna. Each new construction entails human flow in previously uninhabited places, making this same habitat vulnerable and, consequently, possibly resulting in the loss of species. Environmental impacts are, therefore, one of the most relevant factors in the loss of biodiversity around the world. Thus, for sustainable development, it is necessary to think of urgent measures for environmental preservation. Common solutions must be found, considering all the risks and adapting the ways of life to the least impacting patterns, using appropriate public policies for each case. It is hoped, therefore, that the economy and the environment can coexist in a harmonious and proportional way, enabling sustainable development, with the aim of not depleting the resources that are available today. There must always be viable measures to protect the fauna, because we also depend on it. It is essential to adopt urgent measures to preserve the environment. Sustainable development is the path to our survival and that of future generations. The ecologically balanced environment is everyone's right, as provided for in art. 225 of the Federal Constitution. In this way, it is also everyone's duty to promote environmental preservation.

KEYWORDS: Roads. Environmental impacts. Wild Fauna. Mitigating Measures. Effectiveness. Ecologically balanced environment. Future generations.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

É inegável a importância das estradas para o desenvolvimento das atividades humanas. No entanto, as estradas causam inúmeros impactos ambientais.

Ações antrópicas que interferem no meio ambiente são, muitas vezes, responsáveis pela extinção das espécies e pelo desequilíbrio ecológico que, ao final, acaba afetando o próprio ser humano.

Na Rodovia Raposo Tavares, no trecho que corta o Oeste Paulista, a presença das estradas tem causado diversos impactos ambientais, uma vez que a rodovia transpassa áreas de migração de várias espécies, expondo-as aos riscos decorrentes da travessia para o outro lado da pista, em busca de recursos.

Não restam dúvidas de que a globalização trouxe enormes avanços para os países desenvolvidos e em desenvolvimento. Todavia, há inúmeras provas de que a questão da poluição e da degradação ambiental somente chegou aos patamares atuais não em razão da globalização, mas sim pela forma como foi gerida.

Nesse diapasão, faz-se urgente a tomada de medidas mitigadoras que minimizem os danos ambientais.

Almeja-se, assim, que economia e meio ambiente possam coexistir de forma harmônica e proporcional, possibilitando o desenvolvimento sustentável, com a finalidade de que não se esgotem os recursos que hoje estão à disposição.

A questão norteadora para a idealização deste trabalho foi a adoção de medidas viáveis de proteção à fauna, pois dela também dependemos nós. É essencial adotar medidas urgentes para a preservação do meio ambiente. O desenvolvimento sustentável é o caminho para a nossa sobrevivência e das futuras gerações.

Tendo em vista que o objetivo deste trabalho foi compreender os impactos ambientais que as estradas causam aos animais silvestres, bem como as medidas mitigadoras que, efetivamente, possam minimizar esse gravíssimo problema.

Para atender ao objetivo principal deste trabalho, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

a) Descrever os impactos ambientais causados pelas estradas sobre a fauna silvestre;

b) Demonstrar a proporção dos danos ambientais decorrentes da falta de medidas

efetivas de proteção faunística;

c) Apresentar os maiores impactos ambientais na região do Oeste Paulista em razão das estradas;

d) Discutir a viabilidade das medidas mitigadoras no caso concreto;

e) Propor medidas efetivas e prévias para minimizar os impactos ambientais.

Para o desenvolvimento de uma pesquisa devem ser utilizados procedimentos ou técnicas que, conforme Severino (2007, p. 124):

> São os procedimentos operacionais que servem de mediação prática para a realização das pesquisas conduzidas mediante diferentes metodologias e fundadas em diferentes epistemologias. Mas, obviamente, precisam ser compatíveis com os métodos adotados e com os paradigmas epistemológicos adotados.

Para alcançar a finalidade última deste trabalho, foi realizada uma pesquisa documental e bibliográfica acerca do tema, que contempla os impactos ambientais sofridos pela fauna silvestre em decorrência das estradas na região do Oeste Paulista, bem como as medidas a serem adotadas para mitigar os danos causados ao meio ambiente.

De acordo com Marconi e Lakatos (2018, p. 63):

> A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc. até meios de comunicação orais: rádio, gravações eletrônicas, audiovisuais, filmes e programas de televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas quer gravadas.

A proposta é que, ao final da pesquisa, se possa visualizar medidas adequadas para minimizar os danos causados pelas estradas à fauna regional, com a finalidade de se promover o desenvolvimento sustentável.

Com os conceitos retirados da pesquisa bibliográfica e documental, debates e reflexões acerca dos danos ambientais provocados pela presença das estradas à fauna silvestre, serão desenvolvidas compreensões, tendo como principal ponto o meio ambiente e as políticas públicas.

O presente trabalho está organizada em um primeiro momento, onde se tratou de uma breve introdução da pesquisa, apresentando seu objetivo principal, assim como seus objetivos específicos de acordo com a metodologia aplicada.

O segundo capítulo, ao qual foi realizado através de uma pesquisa documental e bibliográfica, teve como objetivo demonstrar em linhas gerais os principais impactos ambientais sobre a fauna silvestre, analisar a fauna na região do oeste paulista e os

impactos causados pelas estradas.

O terceiro capítulo elenca as mudanças no hábitat natural das espécies e os impactos gerados pela migração.

Em seguida, o trabalho aborda o planejamento adequado nas estradas do Oeste Paulista, a atuação do poder público utilizando dos princípios ambientais aplicáveis para a efetivação do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

O quinto capítulo faz uma análise de viabilidade e aplicação de medidas mitigadoras, apresentando soluções viáveis e como o direito deve ser aplicado nestas medidas. Também há uma ideia de como um estudo específico poderia ser aplicado para diminuição dos impactos ambientais sobre a fauna silvestre.

Por fim, são apresentados o capítulo 6 com a conclusão final e as referências utilizadas para a produção deste manuscrito.

CAPÍTULO 2

PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA SILVESTRE

1 | A FAUNA NA REGIÃO DO OESTE PAULISTA

A fauna é caracterizada pelos animais. Esta denominação advém da deusa romana Fauna, deusa da fertilidade e da terra.

Os animais formam um dos grupos vivos mais bem-sucedidos, pois suas inúmeras adaptações engenhosas possibilitam a sua existência nos mais diversos ambientes onde há vida. Mudanças que ocorreram ao longo de milhões de anos de evolução (BARBOSA; VIANA; RANGEL, 2014).

A fauna é o conjunto de espécies animais que vivem em uma determinada área (floresta, país, ecossistema). A fauna de uma região pode ser muito diversificada, considerando as condições ambientais existentes. A fauna brasileira, por exemplo, é muito rica em espécies animais, visto que o país possui grande variedade de ecossistemas (BARSANO, 2019).

Assim, denomina-se fauna silvestre o conjunto de animais que vivem em liberdade, fora do cativeiro, conforme preceitua o art. 1º da Lei nº 5.197/67. “O critério determinante desta classificação relaciona-se ao fato de a espécie desenvolver sua vida natural em liberdade ou fora do cativeiro” (FIORILLO, 2017, p. 258).

Complementa Sirvinskas (2017, p. 634):

> A fauna é um bem ambiental e integra o meio ambiente ecologicamente equilibrado previsto no art. 225 da CF. Trata-se de um bem difuso. Esse bem não é público nem privado. É de uso comum do povo. A fauna pertence à coletividade. É bem que deve ser protegido para as presentes e futuras gerações.
>
> Ressalte-se, contudo, que a lei de proteção à fauna colocou os animais silvestres como de propriedade do Estado (art. 1º da Lei n. 5.197/67). O Estado, por sua vez, seria representado pelo Poder Público da União. Assim, todos os animais silvestres integrariam o domínio particular do Poder Público. Além disso, o Estado não pode usar, gozar e dispor desses bens ambientais, que são indisponíveis. Com o advento da Constituição Federal, a fauna passou a ser bem ambiental difuso.

Contudo, as ações antrópicas, como construção de estradas, por exemplo, que interferem no meio ambiente são, muitas vezes, responsáveis pela extinção das espécies e pelo desequilíbrio ecológico que, ao final, afetam o próprio homem. O Quadro 1 mostra as

principais espécies prejudicadas pela construção de rodovias.

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	CATEGORIA DE RISCO DE EXTINÇÃO*
	MAMMALIA	
Onça-pintada	*Pantheraonca* (Linnaeus, 1758)	Vulnerável
Gambá-de-orelha-branca	*Didelphisalbiventris* (Lund, 1840)	Menos Preocupante
Raposa-do-campo	*Lycalopexvetulus* (Lund, 1842)	Vulnerável
Paca	*Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante
Onça parda	*Puma concolor* (Linnaeus, 1771)	Vulnerável
Cachorro-do-mato	*Cerdocyonthous* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante
Guaxinim	*Procyoncancrivorus* (G. Cuvier, 1798)	Menos Preocupante
Lobo guará	*Chrysocyonbrachyurus* (Illiger, 1815)	Vulnerável
Gato-do-mato	*Leopardustigrinus* (Schreber, 1775)	Em Perigo
Anta	*Tapirusterrestris* (Linnaeus, 1758)	Vulnerável
Cutia	*Dasyproctaazarae* (Lichtenstein, 1823)	Menos preocupante
Tatu-peba	*Euphractussexcinctus* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Lebre-comum	*Lepus europaeus* (Pallas, 1778)	Menos preocupante
Veado-catingueiro	*Mazamagouazoubira* (G. Fischer, 1814)	Menos Preocupante
Tamanduá-bandeira	*Myrmecophagatridactyla* (Linnaeus, 1758)	Vulnerável
Tamanduá-mirim	*Tamanduatetradactyla* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Preá	*Caviaaperea* (Erxleben, 1777)	Menos Preocupante
Capivara	*Hydrochoerushydrochaeris* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante
Coelho silvestre	*Sylvilagus brasiliensis* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Jaguatirica	*Leoparduspardalis* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Quati	*Nasuanasua* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante

Ouriço-cacheiro	*Coendou bicolor* (Tschudi, 1844)	Menos Preocupante
Zorrilho	*Conepatuschinga* (Molina, 1782)	Menos Preocupante
Gambá-de-orelha-preta	*Didelphisaurita* (Wied-Neuwied, 1826)	Menos Preocupante
	AVES	
Tiziu	*Volatiniajacarina* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante
Tucano-toco	*Ramphastostoco* (Statius Muller, 1776)	Menos Preocupante
Coruja-buraqueira	*Athenecunicularia* (Molina, 1782)	Menos Preocupante
Rolinha-picui	*Columbina picui* (Temminck, 1813)	Menos Preocupante
Carrapateiro	*Milvagochimachima* (Vieillot, 1816)	Menos Preocupante
Sabiá-laranjeira	*Turdusrufiventris* (Vieillot, 1818)	Menos Preocupante
João-de-barro	*Furnariusrufus* (Gmelin, 1788)	Menos Preocupante
Coruja-das-torres	*Tytofurcata* (Temminck, 1827)	Menos Preocupante
Canário-da-terra verdadeiro	*Sicalisflaveola* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante
Anu-preto	*Crotophagaani* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Papa-lagarta-acanelado	*Coccyzusmelacoryphus* (Vieillot, 1817)	Menos Preocupante
Pomba-de-bando	*Zenaidaauriculata* (Des Murs, 1847)	Menos Preocupante
Bem-te-vi	*Pitangussulphuratus* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante
Suiriri	*Tyrannusmelancholicus* (Vieillot, 1819)	Menos Preocupante
Urubu-de-cabeça-preta	*Coragypsatratus* (Bechstein, 1793)	Menos Preocupante
	REPTILIA	
Cecília	*Siphonopsannulatus* (Mikan, 1820)	Menos Preocupante
Cascavel	*Crotalusdurissus* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Jararaca	*Bothropserythromelas* (Amaral, 1923)	Menos Preocupante
Coral-falsa	*Oxyrhopuspetolarius* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Jiboia	*Boa constrictor* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante

Cobra-cipó	*Chironiusbicarinatus* (Wied, 1820)	Menos Preocupante
Cobra-preta	*Cleliaplumbea* (Wied, 1820)	Menos Preocupante
Cobra-papa-pinto	*Drymarchon corais* (Boie, 1827)	Menos Preocupante
Surucucu	*Lachesismuta* (Linnaeus, 1766)	Menos Preocupante
Falsa-jararaca	*Xenodonneuwiedii* (Günther, 1863)	Menos Preocupante
Tigre-d'água	*Trachemysdorbigni* (Duméril; Bibron, 1835)	Quase Ameaçada
Cágado-pescoçudo	*Hydromedusatectifera* (Cope, 1869)	Menos Preocupante
Teiu-gigante	*Tupinambismerianae* (Duméril; Bilbron, 1839)	Menos Preocupante
Jacaré-de-papo-amarelo	*Caimanlatirostris* (Daudin, 1802)	Menos Preocupante
Jacaré-do-pantanal	*Caimanyacare* (Daudin, 1802)	Menos Preocupante
	AMPHIBIA	
Sapo-cururu	*Rhinella marina* (Linnaeus, 1758)	Menos Preocupante
Perereca-de-banheiro	*Scinax perereca* (Pombal; Haddad; Kasahara, 1995)	Menos Preocupante
Rã-manteiga	*Leptodactyluslatrans* (Steffen, 1815)	Menos Preocupante

Quadro 1 - Principais espécies afetadas pelas construções de rodovias no Brasil

Fonte: Vieira *et al*. (2019, p. 68-71).

*Os critérios utilizados para categorização de risco de extinção foram considerados pelo método da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Foram consideradas espécies ameaçadas, conforme a Portaria MMA nº 43/2014, aquelas consideradas como Vulnerável, Em Perigo, Criticamente em Perigo e Extintas na Natureza.

Nesse contexto, cumpre mencionar que o Decreto nº 63.853 (SÃO PAULO, 2018), de 27 de novembro de 2018, declara as espécies da fauna silvestre no estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas.

Embora a fauna silvestre seja um bem ambiental que deve ser protegido, a região do Oeste Paulista enfrenta um grande desafio quanto à sua preservação. Desse modo, é muito importante conhecer as espécies da fauna mais relevantes da região. São elas:

- Mico-leão-preto (*Leontopithecuschrysopygus*)
- Onça-pintada (*Pantheraonca*)
- Anta (*Tapirusterrestris*)

- Preá (*Caviaaperea*)
- Rato-da-árvore (*Oecomyscleberi*), conhecido apenas do Pontal do Paranapanema
- Cobra-minhoca (*Liotyphlopsbeui*)
- Jacaré-de-papo-amarelo (*Caimanlatirostris*)
- Jacaré-paguá (*Paleosuchuspalpebrosus*) - Ameaçado em São Paulo (Decreto nº 63.853) e com um registro inédito no Pontal do Paranapanema.

Contudo, de acordo com um levantamento parcial da fauna realizado em Presidente Prudente, atualmente, a principal cidade do Oeste Paulista tem 21 espécies animais ameaçadas de extinção. De acordo com os dados, a cidade conta com 579 diferentes espécies de animais, seja por residência, migratória ou soltura (FONSECA, 2020).

O total, que pode aumentar até o fim dos trabalhos, engloba aves, mamíferos, répteis, anfíbios, peixes e artrópodes (besouros, borboletas, aranhas, centopeia, entre outros).

Iniciado em 2016, o levantamento conta com a colaboração de membros da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, universidades e institutos públicos. O intuito é servir como base para futuros estudos de monitoramento ambiental. A lista traz a catalogação de animais como onças, quatis, raposas, cobras, pássaros e até de moscas e mosquitos.

De acordo o documento, fazer o levantamento das espécies que habitam o município é um trabalho muito importante para a aquisição de dados técnicos no tocante à vida da fauna na cidade. O trabalho não tem como finalidade focar o porquê de algumas espécies que não são típicas da região estarem na cidade, mas servir como eventual direção para que novos estudos possam ser realizados sobre espécies de outras regiões que estejam sendo vistas no município de Presidente Prudente.

Em face dos muitos impactos ambientais causados por diversas atividades humanas, os ecossistemas têm sido modificados de maneira significativa, o que poderá acarretar a sua devastação, a perda de espécies importantes ou a introdução de espécies exóticas que podem alterar o mecanismo e o equilíbrio de um determinado ecossistema.

Segundo Caro*et al*. (2014), a ciência da ecologia de estradas documenta claramente a perturbação física, a poluição química, o ruído e a degradação ambiental durante e após a construção de estradas. Notavelmente nos trópicos biodiversos, a mortalidade por atropelamentos aumenta rapidamente após as rodovias e até mesmo estradas madeireiras não pavimentadas atraem caçadores ilegais para áreas antes intocadas, estendendo a mortalidade muito além da própria estrada.

No entanto, também pode ser encontrada mais de uma centena de estudos com relevância mais óbvia para a conservação ou restauração da biodiversidade em estradas, incluindo seu papel como substitutos para pastagens e outros hábitats ameaçados em

paisagens de manejo intensivo (JAKOBSSON *et al*., 2018).

De acordo com Cannon (2018), nas próximas três décadas e meia, está prevista a construção de cerca de 25 milhões de quilômetros (15,5 milhões de milhas) de estradas pavimentadas em todo o mundo. Entretanto, há poucos estudos publicados até o momento no tocante aos riscos econômicos, sociais e ambientais provenientes dessas construções.

Cannon (2018) salienta, ainda, que um novo estudo, publicado em 23 de outubro de 2017 na revista *CurrentBiology*, avalia os riscos ambientais, sociopolíticos e econômicos que acompanham a construção de estradas, sobretudo nos países em desenvolvimento.

Segundo Alamgir*et al.* (2017), cientista ambiental da Universidade James Cook em Cairns e autor principal do estudo, nenhum estudo tem como foco a integração desses três setores. Ele e seus colegas analisaram as pesquisas disponíveis sobre os efeitos da construção de estradas e descobriram uma tendência preocupante.

De acordo com os autores, até o ano de 2050 está prevista a construção de cerca de 25 milhões de quilômetros (15,5 milhões de milhas) de estradas pavimentadas em todo o mundo. Todavia, há poucos estudos publicados até o momento sobre os riscos econômicos, sociais e ambientais provenientes da construção de estradas. Desse modo, essas estradas tendem a ser construídas sem planejamento adequado, o que pode gerar um impacto gigantesco à fauna.

Barbosa, Viana e Rangel (2014), asseveram que, atualmente, as atividades humanas têm sido responsáveis pela redução da riqueza de diversidade e pela modificação da composição faunística de diversos ambientes. A ação antrópica na natureza vem ocorrendo desde os tempos antigos, perdurando até hoje.

Entre 1700 e 2000, a biosfera terrestre fez a transição crítica de predominantemente selvagem para principalmente antropogênica, ultrapassando a marca de 50% no início do século XX. Atualmente, e cada vez mais no futuro, a forma e o processo dos ecossistemas terrestres, na maioria dos biomas, serão predominantemente antropogênicos, o produto do uso da terra e outras interações humanas diretas com os ecossistemas. A pesquisa ecológica e os esforços de conservação em todos os biomas, exceto em alguns biomas, se beneficiariam de um foco principal no novo remanescente, recuperando e gerenciando ecossistemas embutidos em terras usadas (ELLIS *et al*., 2010).

2 | IMPACTOS CAUSADOS PELAS ESTRADAS

As estradas são imprescindíveis para o progresso das atividades humanas. A malha viária brasileira, de acordo com o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas – CBEE (2018), exibe mais de 1,7 milhão de quilômetros de extensão, sendo o principal meio de locomoção de pessoas e de realização de serviços no país. Todavia, como toda

ação humana, as estradas causam incontáveis impactos ambientais, desde o início da sua construção ao tráfego rotineiro. Tais efeitos são oriundos, em especial, da alteração da paisagem, ocasionando uma sucessão de alterações de micro a macro escala.

A mesma dádiva conferida ao Brasil em relação aos recursos hídricos se repete no âmbito faunístico, marcado por uma reserva de biodiversidade das mais notáveis do mundo (NALINI; LEVY, 2014). Tamanha riqueza não poderia ficar imune à negligência das açõesantrópicas. “Ações humanas que interferem no meio ambiente são responsáveis pela extinção das espécies e pelo desequilíbrio ecológico que, ao final dessa cadeia de eventos, acaba afetando nós mesmos” (BARBOSA; VIANA; RANGEL, 2014, p. 78).

Dessa maneira, todo esse estresse gerado afeta as decisões tomadas pelos seres vivos, como procura de água, alimento, abrigo, locais para acasalamento, postura de ovos, alojamento dos ninhos e rotas de fuga. Todas essas alterações afetam a sua sobrevivência e a perpetuação das espécies. O Quadro 2 apresenta efeitos e impactos causados pelas rodovias em relação à fauna silvestre.

ATIVIDADE OU ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Tráfego	Morte de indivíduos.
Implantação física	Perda direta de hábitats.
Implantação física	Criação de novos hábitats, refúgios e corredores de dispersão na faixa de domínio.
Implantação física	Fragmentação: A divisão de um hábitat em função da instalação de uma rodovia irá criar dois fragmentos com áreas nucleares menores e maior proporção de bordas, afugentando algumas espécies e atraindo outras (SPELLERBERG, 2002). A tendência é que ocorra inicialmente uma distribuição espacial da variação genética e, posteriormente, menor diversidade genética, fatores que reduzirão a viabilidade das populações (BALKENHOL & WAITS, 2009). Da mesma forma, subpopulações menores são mais vulneráveis a pressões ambientais. Em termos de indivíduo, os fragmentos podem ser de dimensões inferiores à área de vida típica da espécie, fazendo com que não sejam reunidas as condições necessárias à sua sobrevivência.
Implantação física e tráfego	Perda de conectividade (rotas de movimentação entre os hábitats).
Implantação física e tráfego	Redução ou perda da permeabilidade (fluxo entre os hábitats).

Implantação física e tráfego	Efeitos de barreira: Ocasionam a redução na movimentação de indivíduos entre os hábitats e consequentemente do fluxo gênico, o que eleva a taxa de endocruzamentos e resulta na perda de diversidade genética (ASCENSÃO & MIRA, 2007). Decorre de componentes como o evitamento das estradas pelos animais, a inexistência de locais para transpô-las e a morte por atropelamento, quando os indivíduos tentam alcançar a margem oposta (BANK et al. 2002). A eliminação de rotas físicas caracteriza a perda de conectividade, ao passo que a dificuldade dos animais estabelecerem rotas viáveis entre os hábitats caracteriza a perda de permeabilidade. Este impacto se estende igualmente à ictiofauna, pois caso as espécies migratórias não consigam ultrapassar canais artificiais de drenagem ocorrerá redução na produção dos recursos pesqueiros.
Implantação física e tráfego	Efeitos de borda: É a alteração nas características de hábitats, incluindo temperatura, umidade, radiação solar e vento, por exemplo (ATTADEMO et al., 2011).
Abertura de frentes de colonização e expansão agropecuária	Perda direta de hábitats.
Implantação física e tráfego	Dispersão de espécies nativas exóticas.
Aumento das bordas dos hábitats	Alteração da qualidade do hábitat.
Geração de material particulado	Deterioração da qualidade do ar.
Emissão de ruídos	Alteração no comportamento da fauna, especialmente das aves. Sua comunicação é afetada, com consequências em seu comportamento de corte e sucesso reprodutivo (HALFWERK et al., 2011). Dependendo da intensidade do tráfego, os efeitos sobre as aves podem ser observados em até 2,8 km (SPELLERBERG, 2002). Anfíbios podem alterar seus padrões de vocalização em decorrência de altos níveis de ruídos provocados pelo tráfego, com eventuais reflexos reprodutivos (CUNNINGTON & FAHRIG, 2010).
Impermeabilização do solo e redefinição das drenagens	Alteração dos regimes hídricos
Emissões de motores e liberação de substâncias dos pneus e pavimento	Contaminação das águas e do solo: metais como Pb, Ni, Cd e Zn podem ter seus níveis aumentados a uma distância de até 30 m da rodovia nos solos, 40 a 120 m nas plantas e até 48 m nos animais (SPELLERBERG, 2002).
Erosão e carreamento de sedimentos	Alteração nos hábitats aquáticos. Observada na fase de construção devido ao favorecimento aos escorregamentos de terra, assim como em rodovias não pavimentadas ou pela degradação dos taludes, gera considerável aporte de sedimentos aos sistemas aquáticos. Influindo diretamente sobre a turbidez dos mananciais hídricos e causando distúrbios nestes ecossistemas, sedimentos podem atingir áreas sensíveis em uma distância de até 89m da rodovia (SPELLERBERG, 2002).

Iluminação artificial	Pode atrair diversas formas de fauna e alterar padrões temporais de comportamento de AVES (SPELLERBERG, 2002).
Vibração dos veículos	Afugentamento da fauna.
Descarte de lixo	Além de causar incêndios e contaminar o hábitat, garrafas e latas podem se tornar armadilhas para pequenos mamíferos, cobras e lagartos (SPELLERBERG, 2002). Por outro lado, podem também servir de abrigo para estes mesmos grupos, assim como para aves.
Contaminação acidental por produtos químicos perigosos	Mortalidade, especialmente de espécies aquáticas. Acidentes com veículos transportando produtos perigosos e a consequente contaminação de cursos d'água, além de hábitats próximos à ocorrência, são inevitáveis na maior parte das rodovias, quando o tráfego destes produtos é permitido.

Quadro 2 - Principais efeitos e impactos ambientais das rodovias sobre a fauna.

Fonte: Lauxen (2012, p. 46-48).

De acordo com o Grupo de Atuação Especial de Defesa doMeio Ambiente – GAEMA (FONSECA, 2016), na Rodovia Raposo Tavares, no trecho que corta o Oeste Paulista, a presença das estradas tem causado vários impactos ambientais, uma vez que a rodovia transpassa áreas de migração de diversas espécies, expondo-as aos riscos decorrentes da travessia para o outro lado da pista em busca de recursos.

Ainda segundo o GAEMA, um dos motivos desse impacto é a intervenção humana de construção e duplicação de rodovias, construções de pontes e, especialmente, o consequente aumento de trânsito viário diuturno ali desenvolvido. Quanto maior as intervenções e melhorias na malha viária, maior é o tráfego de veículos, acarretando graves impactos como, por exemplo, grande número de atropelamentos com óbito, que traduz evidente dano ambiental à fauna regional, tornando-se, ainda, um fator significativo para fomentar/provocar o desequilíbrio ambiental e a harmonia entre as populações humanas e os animais silvestres (FONSECA, 2016).

Conforme informativo da Agência de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP), a rodovia é administrada pela Concessionária Auto Raposo Tavares (CART) desde 17 de março de 2009. O Corredor é formado pela SP-225 João Baptista Cabral Rennó, SP-327 Orlando Quagliato e SP-270 Raposo Tavares, no total de 834 quilômetros entre Bauru e Presidente Epitácio, sendo 444 no eixo principal e 390 quilômetros de vicinais (AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2018).

As rodovias da CART permeiam o território de 27 municípios no centro-oeste paulista, com acesso ao início da SP-280 Castelo Branco, conexão com o Mato Grosso do Sul e o norte do Paraná. Dessa forma, são fundamentais para o transporte de cargas entre as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste compreendendo três importantes rodovias para a

economia do Brasil.

Penn e Parker (2017, p. 280) ponderam:

> As rodovias precisam de espaço para as faixas de rodagem, acostamentos, canteiros centrais, e rotatórias que podem acabar com a produção dos terrenos agrícolas ou eliminar o sequestro de CO_2 (captação) e também extinguir o hábitat da vida selvagem das áreas florestais. [...]. As rodovias podem dividir o hábitat dos animais selvagens, o que pode causar danos para os animais (e para os humanos) e pode levar à morte em função das colisões. Aproximadamente 200 pessoas morrem e 20.000 ficam feridas todos os anos devido a colisões entre veículos e animais selvagens.

Para os autores supracitados, a poluição do ar ocorre em razão das emissões de gases pelos veículos e pela poeira. A poluição sonora e luminosa também é resultado dos veículos e da iluminação das estradas. As rodovias são, além disso, corredores para o desenvolvimento residencial, comercial e industrial, levando a um número infinito de potenciais impactos.

3 | MAIORES IMPACTOS DAS ESTRADAS NA FAUNA SILVESTRE

Segundo Barsano (2019), os danos fomentados pelas estradas podem ser divididos em físicos (erosão, alteração da hidrologia, poluição sonora), químicos (dispersão de poluentes) e biológicos (fragmentação, efeito barreira, focos de incêndios, introdução de espécies exóticas, aumento da caça e desmatamento, atração de espécies, atropelamentos).

Nesse sentido, explicam Assis e Furlan (2014, p. 461):

> As estradas geram efeitos diretos (mortalidade da fauna por atropelamento, poluição) e efeitos indiretos (perda e fragmentação de hábitats, alterações microclimáticas, facilitação de invasões por espécies exóticas) que influenciam a permeabilidade da paisagem aos fluxos da biota, restringindo a movimentação de animais e isolando populações de organismos. As estradas também alteram a qualidade das águas e do ar e afetam as comunidades humanas. (ASSIS; FURLAN, 2014, p. 461).

Para Spellerberg (2002), os efeitos das estradas sobre a fauna têm sido divididos em: efeito barreira; efeito de borda; contaminação de solo e água; implantação física e tráfego; emissão de ruídos; e descarte de lixo.

De acordo com o autor em tela, o efeito barreira trata da perda de hábitats e da geração de novo espaço de vida para outros animais, da criação dos fragmentos com áreas menores e maior proporção de bordas, afugentando algumas espécies e atraindo outras. Pode diminuir as populações a níveis de inviabilização das espécies por fragmento. Segundo Lauxen (2012), ocasiona a diminuição da movimentação no ambiente, reduzindo o fluxo gênico e podendo aumentar os cruzamentos endogâmicos.

O efeito de borda é a alteração na composição da borda das estradas, causando

mudanças climáticas, químicas e biológicas. Os efeitos climáticos envolvem alterações nos fatores ambientais, pois a zona de influência das bordas apresenta maior exposição aos ventos, altas temperaturas, baixa umidade e alta radiação solar. Os efeitos biológicos causam alterações na abundância e na distribuição de espécies provocadas pelos fatores abióticos nas proximidades das bordas, como, por exemplo, o aumento da densidade de indivíduos em razão da maior produtividade primária provocada pelos altos níveis de radiação solar (LIMA-RIBEIRO, 2008).

As estradas contaminam a água e solo por meio de metais como Pb, Ni, Cd e Zn liberados pelos motores e pneus dos veículos; Esses metais podem chegar a uma distância de até 30 m da rodovia nos solos, 40 a 120 m nas plantas e até 48 m nos animais. A erosão e o carreamento de sedimentos nos hábitats aquáticos são observados na fase de construção e influenciam diretamente sobre a turbidez dos mananciais, causando distúrbios nestes ecossistemas. Sedimentos podem atingir áreas sensíveis em uma distância de até 89 m da rodovia (SPELLERBERG, 2002).

Implantação física e tráfego: as estradas abrem caminho para colonização e expansão agropecuária em espaços de floresta, provocam diminuição das populações dos animais por meio da fragmentação dos espaços, pela caça e pela dispersão de espécies exóticas (SPELLERBERG, 2002).

A emissão de ruídos gera alteração no comportamento da fauna, especialmente das aves. Sua comunicação é afetada, com consequências em seu comportamento de corte e sucesso reprodutivo (HALFWERK *et al*., 2011). Dependendo da intensidade do tráfego, os efeitos sobre as aves podem ser observados em até 2,8 km (SPELLERBERG, 2002). Anfíbios podem alterar seus padrões de vocalização em decorrência de altos níveis de ruídos provocados pelo tráfego, com eventuais reflexos reprodutivos (CUNNINGTON; FAHRIG, 2010).

O descarte de lixo, além de contaminar o hábitat com garrafas e latas, pode se tornar armadilha para pequenos mamíferos, cobras e lagartos. Por outro lado, pode também servir de abrigo para esses mesmos grupos, assim como para aves. O lixo pode causar a morte dos animais quando dispersado nas estradas, pois atrai as espécies que buscam alimento, resultando, muitas vezes, em atropelamentos (SPELLERBERG, 2002).

Desse modo, especificamente para a fauna silvestre, compreende-se que há dois impactos principais: a perda de espécies por atropelamento e o efeito barreira, como pode ser observado na Figura 1.
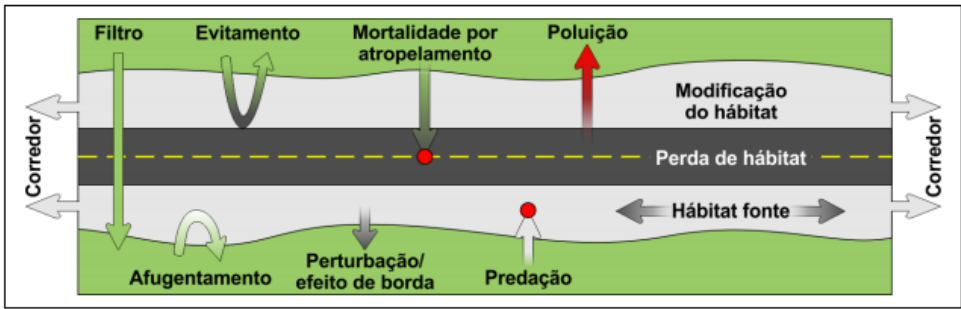
Figura 1 - Representação esquemática dos impactos ecológicos das estradas

Fonte: Lauxen (2012, p. 46).

Para os animais silvestres, atravessar uma rodovia muitas vezes é questão de sobrevivência, visto que é nesse momento que eles podem ser atropelados.

A conduta de evitar a rodovia impossibilita que os animais entrem em colisão com os veículos, todavia os limita a um dos lados da rodovia, causando prejuízo ao fluxo gênico das populações e aos processos como migração e dispersão, na procura por recursos e/ou outras áreas, sobretudo dos animais de médio e grande porte, consequentemente, acarretando problemas no tocante ao isolamento e à perda de variabilidade genética, podendo provocar extinções locais e regionais (BAGER *et al.*, 2016).

Nesse sentido, explicam Santos e Silva (2015, p. 84):

> Além da quantidade insuficiente de alimento presentes nos novos fragmentos e necessário para a sobrevivência das espécies, a falta de parceiros sexuais pode gerar um elevado índice de endogamia. A reprodução entre espécies que apresentam alto grau de parentesco reduz à variabilidade genética da população, tornando-a vulnerável a extinção devido a fatores adversos como as doenças. Por isso, há necessidade de garantir à fauna a possibilidade de transpor as barreiras de forma segura para que garanta os recursos necessários à sobrevivência, evitando a sua extinção.

As imagens mostradas nas Figuras 2, 3, e 4 evidenciam a perda de espécies por atropelamento e o efeito barreira na rodovia Raposo Tavares, que causam grandes impactos à fauna regional.

Figura 2 - Registro de atropelamento e morte de animal silvestre

Fonte: Fonseca (2016).

Figura 3 - Capivaras adultas e filhotes atropelados na rodovia

Fonte: Fonseca (2016).

Figura 4 - Barreira de concreto divide as pistas da Rodovia Raposo Tavares (SP-270)

Fonte: Fonseca (2016).

O processo de urbanização prejudica a distribuição da fauna e os padrões de movimento, auxiliando diretamente para a homogeneização biótica e caracterizando uma relevante ameaça à biodiversidade. As aves, em especial, têm sido muito estudadas como indicadores de distúrbios antrópicos, são particularmente valiosas na avaliação desses impactos (MORELLI *et al*., 2014).

Sob o aspecto socioeconômico, podem resultar em modificações no uso e valor da terra, atração de populações humanas e alterações nos padrões produtivos. Ambientalmente, seus efeitos se manifestam sob diversas formas, algumas mais visíveis, como os atropelamentos de animais, e outras subjacentes, como a fragmentação e as mudanças nas características dos hábitats. A percepção da grandeza destes impactos leva à necessidade de se estabelecer medidas mitigadoras urgentes e eficazes.

4 I ESTIMATIVA DOS DANOS ACARRETADOS

Conforme dispõe o CBEE, as estimativas indicam que mais de 475 milhões de animais são atropelados anualmente nas estradas brasileiras. Morrem aproximadamente 430 milhões de pequenos animais (como sapos, aves, cobras), 40 milhões de animais de médio porte (como gambás, lebres, macacos) e 5 milhões de animais de grande porte

(como onças-pintadas, lobos guarás, onças-pardas, antas, capivaras). Isso significa que 15 animais por segundo perdem a vida em razão das colisões com automóveis. O problema é preocupante e causa impacto direto na conservação da biodiversidade do país (BARSANO, 2019).

A região que registra mais animais atropelados é a Sudeste, com 56,4% dos casos. O estado de São Paulo lidera o *ranking*, sendo a maioria das ocorrências nas rodovias do interior paulista. Isso se deve ao fato de a região possuir mais estradas e maior trânsito de veículos. O mapa (Figura 5) a seguir demonstra essas estimativas.
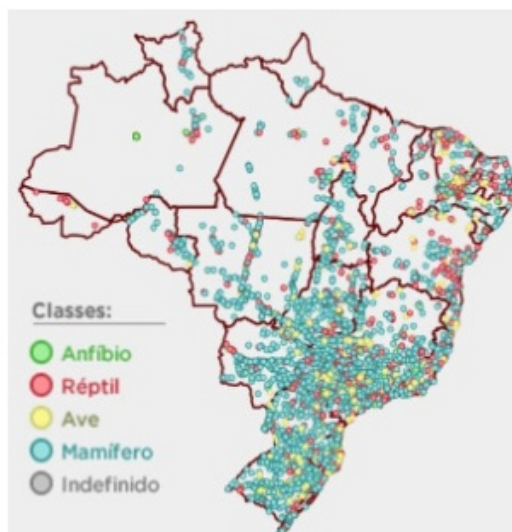
Figura 5 - Estimativa de atropelamentos

Fonte: Cymbaluk (2018).

De acordo com o CBEE (BARSANO, 2019), dos animais mortos por atropelamento no país, 90% são pequenos vertebrados, como passeriformes e anfíbios terrestres; 9% dos casos estão relacionados com vertebrados de médio porte, como macacos e gambás; e apenas 1% dos atropelamentos ocorre com grandes animais, como, por exemplo, onças-pintadas e lobos-guará. Como observado, no Brasil, em ordem decrescente, levando em consideração o volume de tráfego e a quantidade de rodovias implantadas, as regiões com maior número de atropelamento de animais registrado são: Sudeste, Sul, Nordeste, Centro-oeste, e, por fim, a região Norte.

Figura 6 - Animais que mais morrem nas rodovias brasileiras vítimas de atropelamento

Fonte: Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (2018).

O fato de as rodovias cortarem os territórios naturais dos animais os leva a se aproximarem do trânsito de veículos, em razão dos padrões de movimentação de cada espécie; explicando as altas taxas de mortalidade por atropelamento. Ademais, a construção rodoviária provoca o surgimento de um novo ambiente, transformando-se em armadilha ecológica pela atração de animais por várias razões, como proteção contra predadores, novas oportunidades de fonte de alimentos (carniça e forragem), melhores condições para locomoção de algumas espécies mais adaptadas.

Conforme esclarece Oliveira (2017), enfatiza-se que as taxas de atropelamento são, de modo geral, subestimadas. Os animais que não morrem no instante da colisão deslocam-se para a vegetação adjacente, onde acabam morrendo sem serem contabilizados. Pequenos vertebrados mortos são levados rapidamente por necrófagos, ao passo que carcaças de animais de médio porte desaparecem da rodovia em período compreendido entre um e quinze dias.

A esse respeito, Oliveira (2017, p. 2-3) complementa:

> As estimativas das mortes de animais silvestres por atropelamento em rodovias não advêm de métodos padronizados, na maioria das vezes realiza-se simples contagem. Trabalhos apontam como causas dos atropelamentos da fauna a procura por alimento nas rodovias, comportamento do motorista, movimento dos animais, fluxo de veículos, estrutura da rodovia, presença de corpos d'água e características da paisagem do entorno (FORMAN et al. 2003; FREITAS, 2009).
>
> As taxas de atropelamento, em alguns casos, podem ser muito elevadas em relação aos tamanhos populacionais, afetando a densidade das populações

> (TEIXEIRA 2011). O impacto causado por rodovias atinge animais dos mais diversos grupos taxonômicos como anfíbios, répteis, aves, mamíferos e invertebrados. (OLIVEIRA, 2017, p. 2-3).

Dados do GAEMA revelam que somente nos últimos dois anos, na Rodovia Raposo Tavares, no trecho que corta o Oeste Paulista, mais de mil animais silvestres foram atropelados, cerca de 40 atropelamentos por mês (MAIS..., 2018).

Considera Lauxen (2012, p. 48):

> A extensão geográfica (“roadeffect zone”) e a intensidade dos impactos variam em função de fatores como o tipo de rodovia (número de pistas e faixas de rolamento), o volume de tráfego, a velocidade dos veículos e o grupo biológico analisado. Uma rodovia com várias pistas e maior tráfego pode ter menores taxas de mortalidade quando comparada a uma rodovia de pista simples e menor tráfego, devido à inibição de aproximação da fauna e consequente redução da permeabilidade. Ambas apresentam efeito de barreira, ainda que devido a componentes distintos.

Ainda de acordo com Lauxen (2012), a avaliação de quanto um impacto ambiental é relevante carrega muito de subjetividade, uma vez que o grau em que uma modificação ambiental (impacto) pode ser suportada depende muito dos valores e conceitos de quem averigua a situação. Por exemplo, qual o número de mortes que uma espécie pode tolerar sem prejuízo significativo para sua conservação? É uma questão biológica essencial para avaliar a necessidade e o grau de mitigação de uma obra rodoviária, porém de difícil resposta.

Além da questão biológica propriamente dita, fatores legais, econômicos, de segurança do tráfego, éticos e relacionados à política ambiental também devem ser levados em conta. Embora todos devam ser analisados e considerados na tomada de decisão, o objetivo principal é o processo relacionado à avaliação do impacto e à tomada de decisão sob as perspectivas biológica e ecológica, provavelmente aquelas com maior grau de incerteza e importância.

CAPÍTULO 3
MIGRAÇÃO

1 I MUDANÇAS NO HÁBITAT NATURAL

Hábitat natural é o local onde os animais, plantas ou outros organismos vivem na natureza. O conhecimento sobre os aspectos relacionados ao hábitat natural é de extrema importância, pois permite ao homem adquirir entendimento sobre o modo de vida dos seres na natureza, possibilitando, desse modo, evitar ações que provoquem impactos negativos.

Como já observado, uma questão relevante relacionada ao hábitat natural refere-se à destruição antrópica motivada por razões como a pecuária, a construção de estradas, as queimadas, os incêndios, entre outros. Isso acarreta consequências muitas vezes irreversíveis para a biodiversidade, como a extinção dos variados tipos de espécie encontrados apenas naquele hábitat.

A paisagem dominada pelo homem apresenta desafios específicos para os pesquisadores, pois os efeitos da urbanização nos processos ecológicos são quase sempre complexos e não bem compreendidos. Para tratar dessas questões, os campos da ecologia urbana e da ecologia de estradas têm se empenhado para considerar os principais efeitos dos desenvolvimentos urbanos e das redes de transporte na distribuição e movimentação de animais e plantas (MORELLI *et al*., 2014).

A presença de uma estrada pode modificar o comportamento de um animal de forma positiva ou negativa. Isso pode ocorrer por meio de cinco mecanismos: mudanças de área de vida; padrões de movimento alterados; sucesso reprodutivo alterado; resposta de escape alterada; e estado fisiológico alterado. Uma estrada transforma as condições físicas nela e nas adjacências, criando efeitos de borda com consequências que vão além do tempo de construção da estrada. Pelo menos oito características físicas do ambiente são alteradas pelas estradas: densidade do solo, temperatura, conteúdo de água no solo, luz, poeira, fluxo de água superficial, padrão de escoamento e sedimentação (TROMBULAK;FRISSELL, 2000).

Para Spellerberg (2002), toda paisagem que recebe estradas está associada à ocorrência de impactos negativos sobre a integridade biótica, tanto de ecossistemas terrestres como aquáticos. Como exemplo, pode-se citar as unidades de conservação que apresentam estradas ativas e de alto fluxo dentro dos seus limites, que além de fragmentar a paisagem, modificam a ecologia das comunidades que compõem as suas margens.

A alteração da paisagem natural em várias regiões do mundo tem sido alvo de diversos estudos, relacionando a presença humana e a conservação da natureza. Os impactos ecológicos causados por estradas têm sido considerados por muitos pesquisadores um dos principais fatores responsáveis pela perda de biodiversidade no mundo, sobretudo em razão da fragmentação de hábitats naturais, incremento de borda em relação à área total dos remanescentes florestais e perda de fauna por atropelamento. A manutenção e a construção de estradas, além de fragmentar o ambiente natural, subdividindo blocos de floresta nativa, contribuem para o surgimento de impactos sobre a biota e os ecossistemas, que vão além da extinção de espécies (TROMBULAK; FRISSEL, 2000).

Segundo Caro *et al*. (2014), a ciência da ecologia de estradas documentou claramente a perturbação física, a poluição química, o ruído e a degradação ambiental durante e após a construção de estradas. Notavelmente nos trópicos biodiversos, a mortalidade por atropelamentos aumenta rapidamente após as rodovias e até mesmo estradas madeireiras não pavimentadas atraem caçadores ilegais para áreas antes intocadas, estendendo a mortalidade para muito além da própria estrada. Por exemplo, atropelamentos ao longo de um segmento de estrada pavimentada de 14 km através do Parque Estadual do Morro do Diabo, no Brasil, ocorrem a cada quatro dias, representando uma perda anual de população de 8 a 20% para mamíferos de médio a grande porte dentro do parque, incluindo ungulados, carnívoros e o altamente ameaçado mico-leão-preto.

As Figuras 7 e 8, a seguir, representam as mudanças no hábitat natural dos animais.

Figura 7 - Destruição do hábitat natural

Fonte: Vidal (2020).

Figura 8 - Perda de hábitat

Fonte: PERDA... (2020).

Com a construção de um número cada vez maior de estradas para atender às crescentes necessidades de transporte, os hábitats à beira das estradas também se expandiram em todo o mundo. Construção de estradas e ferrovias sempre implica perda líquida de hábitat da vida selvagem. A invasão física da terra dá origem a efeitos de perturbação e barreira que contribuem para a fragmentação geral do hábitat em razão da infraestrutura (KOCIOLEK *et al*., 2011).

De acordo com Morelli *et al*. (2014), estradas, ferrovias e tráfego perturbam e poluem o ambiente físico, químico e biológico e, consequentemente, alteram a adequação do hábitat de muitas espécies de plantas e animais para uma zona muito mais ampla do que a largura da própria estrada ou ferrovia. Além disso, os efeitos indiretos podem exercer uma influência significativa. Esses efeitos incluem ruído e luz artificial. Este último, por exemplo, pode influenciar o biorritmo das aves no tocante a desenvolvimento, padrões de canto, reprodução, muda, migração.

Morelli *et al*. (2014) esclarecem, ainda, que para a maioria dos animais terrestres não voadores, a infraestrutura implica barreiras de movimento que restringem o alcance dos animais, tornam os hábitats inacessíveis e podem levar à fragmentação e ao isolamento das populações.

Trombulak e Frissel (2000) enfatizam que estradas alteram o comportamento animal,

causando diversas mudanças em áreas de vida, movimento, sucesso reprodutivo, resposta de fuga e estado fisiológico. As estradas alteram a densidade do solo, a temperatura, o conteúdo de água do solo, os níveis de luz, a poeira, as águas superficiais, os padrões de escoamento e sedimentação, além de adicionar metais pesados (especialmente chumbo), sais, moléculas orgânicas, ozônio e nutrientes aos ambientes à beira da estrada.

Os pesquisadores supracitados alertam, igualmente, que as estradas promovem a dispersão de espécies exóticas alterando hábitats, estressando espécies nativas e fornecendo corredores de movimento. As estradas também promovem o aumento da caça e pesca, o assédio passivo de animais e trazem modificações na paisagem. Nem todas as espécies e ecossistemas são igualmente afetados por estradas, mas, de modo geral, a presença de estradas está altamente correlacionada a mudanças na composição de espécies, tamanhos de populações e processos hidrológicos e geomórficos que moldam os sistemas aquáticos e ribeirinhos.

É evidente que estradas são vitais para o crescimento da economia de uma nação. Geram novas oportunidades de serviços e empregos, e a instalação de novos pontos residenciais e industriais, todavia, resultam na atração de pessoas para áreas antes não habitadas. Muitas destas novas áreas ocupadas por estradas e, consequentemente, urbanizadas, são ecologicamente vulneráveis ou apresentam alto risco de perda da integridade biótica das comunidades que compõem a paisagem (WILKIE *et al.*, 2000).

Desse modo, compreender os fatores por trás da perda de biodiversidade é uma das tarefas mais urgentes enfrentadas pelos cientistas atualmente. Taxas aceleradas de perda e fragmentação de hábitat e distúrbios em grande escala (por exemplo, invasões biológicas, degradação de hábitat, defaunação recorrente) são atualmente os principais fatores antropogênicos de extinção de espécies (BARNOSKY *et al.*, 2011).

2 I IMPACTOS GERADOS PELA MIGRAÇÃO

A *NationalGeographicSociety* (2019) conceitua migração como um padrão de comportamento no qual os animais viajam de um hábitat para outro em busca de alimento, melhores condições ou necessidades reprodutivas. Existem dois fatores importantes que tornam a migração diferente de outros tipos de movimento animal: primeiro, a migração ocorre sazonalmente; e, segundo, a migração envolve uma viagem de volta. Essas características a tornam diferente da emigração, quando os animais viajam para encontrar um lugar novo e permanente para viver. Muitas espécies animais migram, incluindo espécies de peixes, crustáceos, anfíbios, répteis, insetos e mamíferos. Esses animais podem viajar por terra, mar ou ar para chegar ao seu destino, geralmente cruzando grandes distâncias e em grande número.

Uma das principais razões pelas quais os animais migram é para encontrar comida.

Outros animais migram por causa do clima ou das estações e, então, terminam a jornada, como as borboletas. Finalmente, alguns animais migram por razões reprodutivas: para encontrar um parceiro, para criar seus filhotes ou para desovar (NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, 2019).

Nesse diapasão, complementa Werner (2014, p. 1):

> Para os animais, essas migrações são cruciais para a sobrevivência de suas espécies. Migração é o movimento, em larga escala, de uma espécie animal de um lugar para outro. As migrações geralmente estão associadas a mudanças sazonais de clima e padrões de alimentação, ou padrões de acasalamento e procriação. Algumas migrações não seguem esses padrões. A motivação central de todas essas diferentes formas de migração é o instinto de sobrevivência. A maioria das migrações permite que uma espécie prospere ao deixar uma área em que não existe alimento suficiente para sustentar sua população. Os instintos migratórios se desenvolveram em diferentes espécies por diferentes razões, mas, na maioria das vezes, eles constituem respostas à pressão populacional. (WERNER, 2014, p. 1).

As recentes melhorias na tecnologia ajudaram a entender melhor a migração, mas ainda há muito para aprender. Os cientistas ainda não têm certeza de como os animais sabem para onde ir e quando sair, especialmente quando nunca fizeram essa jornada antes. Alguns pesquisadores sugerem que esses animais usem uma mistura de estímulos, como a luz do sol, o campo magnético da Terra e pistas químicas, para encontrar seu caminho (NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, 2019).

Desse modo, estradas e rodovias são características difusas em paisagens onde antes nunca existiram. Por sua própria natureza, elas dividem o hábitat em fragmentos e têm o potencial de interromper severamente as migrações dos animais. As numerosas rodovias interestaduais que cruzam um país de norte a sul e de leste a oeste apresentam grandes obstáculos para os animais que tentam se mover de uma área para outra a fim de alcançar o hábitat sazonal. As migrações param abruptamente nos casos em que os animais chegam a uma rodovia interestadual (ARNETT, 2019).

A Figura 9, a seguir, apresenta o aumento da densidade da estrada, que fragmenta o hábitat em porções menores e cria uma quantidade desproporcional de hábitat marginal.
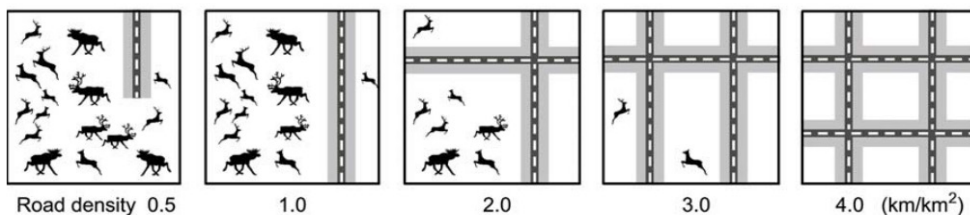
Figura 9 - Aumento da densidade da estrada e fragmentação do hábitat

Fonte: Clevenger e Huijser (2011, p. 11).

Para Hill (2011), embora as consequências da mortalidade nas estradas possam ser graves, muitos fatores influenciam o grau de impacto das estradas em determinadas populações de animais. Quando uma estrada atravessa o hábitat natural de um animal, as chances de mortalidade nesta via aumentam. Alguns animais são propensos à mortalidade nas estradas em razão de seus mecanismos naturais de defesa, que embora eficazes para lidar com a predação natural, muitas vezes são mal equipados para lidar com os perigos representados pelos carros. A forma como os animais respondem naturalmente às ameaças pode aumentar o risco de ficarem presos por carros.

Nesse contexto, Hill (2011) defende que os animais também podem ser atraídos para a superfície da estrada. Répteis, como cobras e tartarugas, às vezes se aquecem no asfalto quente da estrada para regular a temperatura de seus corpos. Quando as estradas criam barreiras ao movimento, elas podem impactar as populações animais de várias maneiras. Uma delas é a proibição do fluxo gênico. Os animais também podem sofrer por não serem capazes de acessar determinados hábitats. E em épocas de seca, as estradas podem impedir que os animais cheguem até a água.

As Figuras 10, 11 e 12 mostram a migração natural dos animais, nos locais onde não há interferência de estradas.

Figura 10 - Migração natural de mamíferos

Fonte: MIGRAÇÃO... (2021).
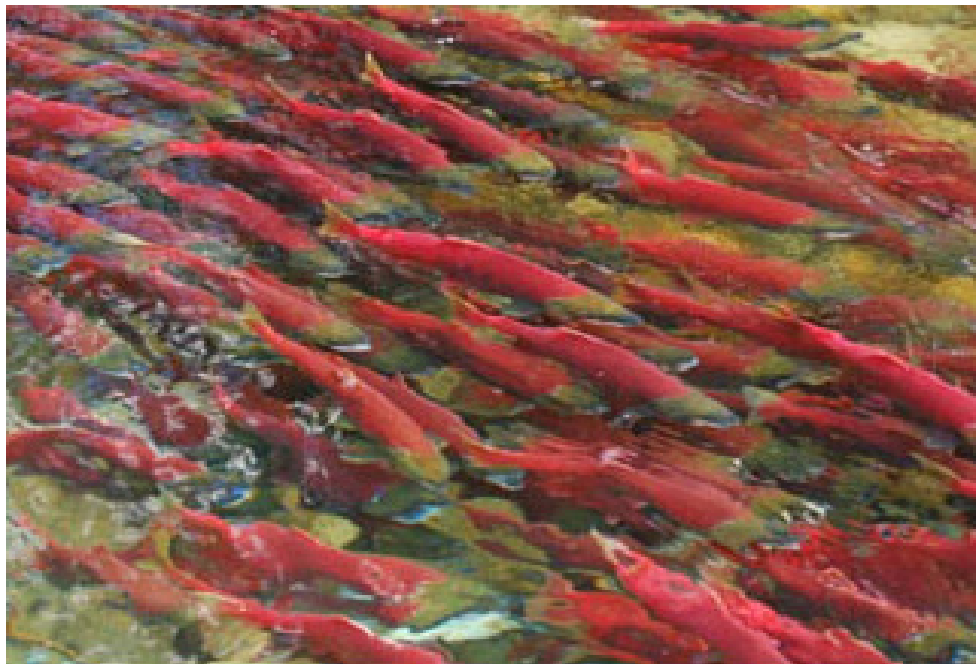
Figura 11 - Migração natural de peixes

Fonte: MIGRAÇÃO... (2021).
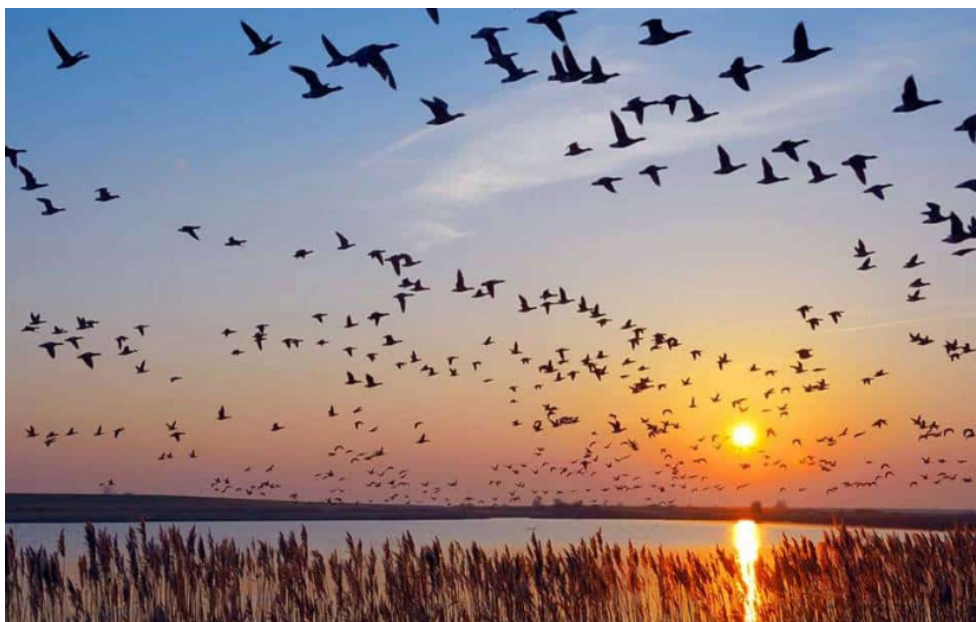
Figura 12 - Migração natural de aves

Fonte: Silva (2018).

Já as Figuras 13, 14 e 15 ilustram espécies tentando atravessar a rodovia, correndo o risco de serem atropeladas e mortas, resultado da interferência das estradas no deslocamento natural dos animais.

Figura 13 - Risco de atropelamento de animais na estrada

Fonte: Gomes (2020).

Figura 14 - Animal pequeno, difícil de ser visto pelo condutor do veículo, em grande risco de atropelamento

Fonte: Cymbaluk (2018).

Figura 15 - Animal atravessando a pista

Fonte: Alves (2020).

De acordo com o GAEMA (FONSECA, 2016), na região do Oeste Paulista, além do tráfego com velocidade de média para alta em vários trechos, a Rodovia Raposo Tavares transpassa o hábitat de diversas espécies de animais silvestres. Em outros pontos, a estrada ainda entrecorta áreas de migração da fauna silvestre, pois a via passa por vários pontos de preservação permanente e vegetações nativas. Desta forma, as intervenções provocam interferência no deslocamento natural das variadas espécies de animais silvestres que, dentro de seu hábitat e de sua zona de migração, cruzam a rodovia e acabam vítimas de sucessivos e contínuos atropelamentos, ocorrências que resultam em morte (Figura 16) ou lesões das mais variadas.

Ainda segundo o GAEMA, também contribuem para o aumento contínuo dos atropelamentos, no leito carroçável da rodovia, a existência de traçados curvilíneos e de precipitações da via, dificultando a visão de motoristas e do próprio animal, somados à disponibilidade de elementos atrativos no entorno da rodovia, tais como alimentos (grãos, sementes, frutas, plantas herbáceas, entre outros), reflorestamentos, plantações ou abrigos, que induzem os animais a transitar na pista.

Figura 16 - Onça parda morta após atropelamento na rodovia

Fonte: Fonseca (2021).

Explicam Bager *et al.* (2016) que, dependendo da região, um animal pode precisar de 50, 100 km² para viver, se alimentar e se reproduzir. As rodovias ocasionam impacto em uma distância de ao menos 500 metros a partir de sua borda. Para algumas espécies mais sensíveis à poluição sonora, hídrica (sujeira da estrada que escorre com a chuva) e do ar (fumaça dos escapamentos), o impacto pode alcançar até 5 km, deixando esses animais presos em área que pode não ser suficiente para sobreviverem. Diversos animais têm medo de cruzar a estrada, ficando, assim, presos em um dos lados. Os que têm coragem

de atravessar, e que sabem que do outro lado tem lugar para dormir, para reproduzir e se alimentar, frequentemente são atropelados.

Portanto, como observado, as rodovias cortam o hábitat natural dos animais, interferindo em seus deslocamentos naturais, ou seja, as estradas acabam passando pelos caminhos e locais que os animais visitavam e andavam. Rodovias e ferrovias permitem o deslocamento de pessoas, o escoamento de produção industrial e agrícola, a comunicação entre as diferentes regiões do país. Contudo, a estrada mal planejada torna-se um problema ambiental.

CAPÍTULO 4

MEDIDAS MITIGADORAS E SUA EFETIVIDADE

1 l PLANEJAMENTO ADEQUADO NAS ESTRADAS DO OESTE PAULISTA

A infraestrutura de transporte afeta a estrutura dos ecossistemas – a dinâmica da função do ecossistema – e tem efeitos diretos nos componentes do ecossistema, incluindo sua composição de espécies. Claramente, a construção de linhas de transporte resulta na destruição e remoção direta dos ecossistemas existentes e na reconfiguração dos acidentes geográficos locais (COFFIN, 2007).

Para Trombulak e Frissell (2000), se uma visão ampla dos efeitos ecológicos das estradas revela uma multiplicidade de efeitos, também sugere que é improvável que as consequências das estradas sejam completamente mitigadas ou remediadas. Portanto, é fundamental manter as porções restantes sem ou quase sem estradas, a fim de preservar a paisagem em seu estado natural. Em virtude da crescente raridade de áreas sem estradas, especialmente bacias hidrográficas sem estradas, os esforços de conservação não podem depender inteiramente da proteção das áreas naturais existentes. Mas também não podem os esforços de conservação depender inteiramente de suposições tênues e não examinadas sobre a capacidade das medidas de mitigação e remediação específicas do local e da espécie para reduzir as consequências ecológicas das estradas existentes e propostas.

Segundo os autores supracitados, o projeto, o manejo e a restauração de estradas precisam ser mais cuidadosamente ajustados para atender à gama de processos ecológicos e espécies terrestres e aquáticas que podem ser afetadas. O monitoramento deliberado é necessário para garantir que os projetos tenham benefícios ecológicos robustos e efeitos adversos mínimos e que sejam econômicos em relação aos seus benefícios reais. Claro, essas avaliações requerem tempo e dinheiro que geralmente não estão disponíveis. A maioria dos fundos usados para remediar estradas problemáticas é destinada a operações de campo reais e não estão disponíveis para apoiar tal avaliação e monitoramento. Uma parcela mínima de especialistas que constroem estradas ou as “restauram” é treinada para reconhecer e abordar todo o espectro de questões ecológicas. Além disso, por sua natureza, as estradas têm efeitos ecológicos sistêmicos que, mesmo que reconhecidos, não podem ser superados.

Caro *et al*. (2014) apontam quatro importantes medidas a serem observadas quanto

ao planejamento adequado nas estradas, a saber:

- Primeiro: as consultas entre engenheiros de infraestrutura e gestores de recursos naturais devem começar cedo, permitindo a identificação de rotas alternativas menos controversas e mais viáveis, minimizando impactos prejudiciais ao meio ambiente. As principais ferramentas no planejamento da conservação incluem o mapeamento geográfico da distribuição de plantas e animais ameaçados e seus recursos-chave e estruturas de decisão; fenômenos excepcionais, como migrações de vida selvagem, devem ser centrais para a concepção de grandes projetos de infraestrutura.
- Segundo: cada projeto rodoviário proposto deve exigir um exame cuidadoso, caso a caso, e arbitragem. Por exemplo, no Oeste Paulista, como já mencionado, há grande fluxo de animais selvagens e qualquer estrada que pare ou reduza os movimentos dos animais deve ser muito bem planejada.
- Terceiro: a fiscalização efetiva é necessária para controlar a velocidade e o volume do tráfego. É ingênuo presumir que estradas e ferrovias não levarão a colisões de animais selvagens, isso levará à pressão por cercas, que devem ser analisadas se são benéficas ou prejudiciais para a vida selvagem em cada local, por isso é essencial que os planejadores de infraestrutura trabalhem com biólogos para evitar rotas de migração e corredores de dispersão.
- Quarto: políticas nacionais e internacionais rigorosas precisam ser postas em prática para condicionar a ajuda ao desenvolvimento de infraestrutura para análises prévias dos custos reais de longo prazo desses projetos. A aplicação honesta da lei é fundamental para a "boa prática jurídica" e deve ser uma condição inquebrável de qualquer pacote de ajuda e desenvolvimento. Essas propostas específicas diferem de soluções mais gerais, pois elas terão uma chance maior de sucesso porque os objetivos econômicos e de conservação são geralmente conciliados em nível nacional ou em consulta com as partes interessadas locais.

2 | ATUAÇÃO DO PODER PÚBLICO

Para a efetivação do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impõe-se ao Poder Público, segundo o art. 225, § 1º, VII da Constituição Federal, "proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade" (BRASIL, 1988).

De acordo com Rodrigues (2016, p. 101-102):

> O art. 225 da CF/88 é o "hábitat natural" da tutela constitucional do meio ambiente [...]. No caput do art. 225, o legislador cuidou de fixar uma série de aspectos fundamentais para a tutela do meio ambiente e até mesmo para o direito ambiental como ciência. A começar pela definição do objeto de tutela deste ramo do direito, que é o equilíbrio ecológico. Estabeleceu, ainda, a titularidade deste direto (o povo; todos das presentes e futuras gerações) e seu regime jurídico (bem público de uso comum, essencial à qualidade

> de vida). Por fim, determinou que o dever de defender e preservar o meio ambiente impõe-senãosó ao Poder Público, mas a toda a coletividade, num caráter eminentemente solidário e participativo.

Assim sendo, os deveres impostos ao Poder Público no art. 225, § 1º, da Constituição Federal, compõem, em sua maioria, o rol dos deveres a serem cumpridos para que o equilíbrio ecológico seja assegurado na máxima medida possível, dentro das possibilidades fáticas e jurídicas existentes em cada situação e momento.

Destarte, o poder público está obrigado a sacrificar o mínimo de seu esforço para fazer valer o princípio da precaução, no sentido de salvaguardar o direito fundamental ao meio ambiente equilibrado, adotando medidas antecipatórias aos impactos possíveis, assumindo, na realidade, os preceitos preservacionistas alvitrados na atual sociedade de risco. Para tanto, deve fazer uso da atividade regulatória de seus diversos órgãos e agentes.

Nesse sentido, o Ministério Público de Presidente Prudente, por meio do GAEMA, propôs uma ação contra a CART para que, entre os principais pedidos, houvesse a retirada da barreira de concreto conhecida como “New Jersey” (Figura 17) da Rodovia Raposo Tavares (SP-270), em trechos que cortam a região de Presidente Prudente, com sua substituição por canteiro central. Segundo a Promotoria de Justiça, o dispositivo atrapalha a travessia dos animais provocando atropelamentos e mortes. Depois da instalação, houve um aumento significativo dessas ocorrências.

Figura 17 - Barreira “New Jersey” na Rodovia Raposo Tavares

Fonte: Fonseca (2016).

No polo passivo também figurou a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP), a BC2 Construtora Ltda.-ME e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Conforme o Ministério Público (MP), todas as requeridas estão envolvidas na gestão, execução de obras, serviços, fiscalização e imposição de penalidades no tocante aos serviços e obras objetos daquela concessão.

De acordo com o MP, além de não possibilitar a travessia de animais, as barreiras causam o aumento de permanência deles na faixa de rolamento, os deixando desnorteados e expostos, sujeitos ao tráfego local e ao consequente atropelamento, sendo uma opção de alto impacto para a fauna local e regional dando impulso ao desequilíbrio ambiental.

Foi também apurado pelo GAEMA que a CART, no exercício dos serviços da concessão, também permite e/ou determina que terceiros promovam outros impactos e ilícitos ambientais, constituindo indevida conduta de destinação e/ou descarte de animais mortos por atropelamentos na referida rodovia.

Segundo apontou o MP, a CART contratou a BC2 Construtora Ltda.-ME para a execução de serviços de conservação e limpeza na Rodovia Raposo Tavares, incluindo a remoção e o sepultamento de animais mortos encontrados na faixa de concessão, cujas carcaças foram enterradas na própria área apensa à rodovia ou em aterros de resíduos sólidos de municípios, tais como de Presidente Venceslau, Maracaí e Álvares Machado.

Para a promotoria, a CART e sua contratada – a BC2 – promovem condutas evidentemente lesivas ao meio ambiente, que consistem nos descartes inapropriados e ilícitos de restos mortais de animais silvestres, ao sepultá-los em aterros não licenciados para tanto ou na faixa de domínio das rodovias, sem o devido controle, aptidão e adequação dos locais. Tudo isso, com o assentimento e inércia das requeridas ARTESP e CETESB.

Entre os requerimentos feitos pela promotoria à Justiça, estão, para a CART, a retirada ou não implantação das barreiras New Jersey, substituindo-as por canteiro central ou equivalente, bem como não mais promover por si, nem determinar que terceiro o faça, o descarte de animais mortos no mencionado trecho da Rodovia Raposo Tavares, em locais inapropriados e, precipuamente, na respectiva faixa de domínio e em aterros sanitários de municípios que não tenham o pertinente e comprovado preparo técnico e licenciamento ambiental para receber resíduos perigosos.

3 | PRINCÍPIOS AMBIENTAIS APLICÁVEIS

Conforme Giacomelli e Eltz (2018), os princípios gerais do Direito surgiram como orientadores das normas jurídicas, sendo diretrizes para a interpretação e aplicação das regulamentações legais nos mais diversos ramos em que incidem. Para o Direito Ambiental, os princípios não são somente regras de interpretação ou valoração das normas, mas

também se conceituam como preceitos de caráter normativo diretamente responsáveis pela realização dos fins a que se propõe a legislação ambiental. Os princípios podem ser expressos nas normas legais ou decorrer do entendimento jurídico sobre a proteção do meio ambiente, variando de autor para autor, por se tratar de construções doutrinárias, contudo, consistem sobretudo em integrar o sistema jurídico ambiental.

Para os autores supramencionados, atualmente, o Direito se consolida por meio de diversas fontes, cada uma representando a essência da aplicação nas normas jurídicas na busca do ideal de justiça. E é nesse contexto que os princípios surgem como elementos norteadores de todo o sistema jurídico.

Os princípios podem ser expressos nas normas legais ou decorrentes do entendimento jurídico sobre a proteção ao meio ambiente. Variam de autor para autor, por se tratar de construções doutrinárias. Entre os princípios mais comentados destacam-se os apresentados na Figura 18.
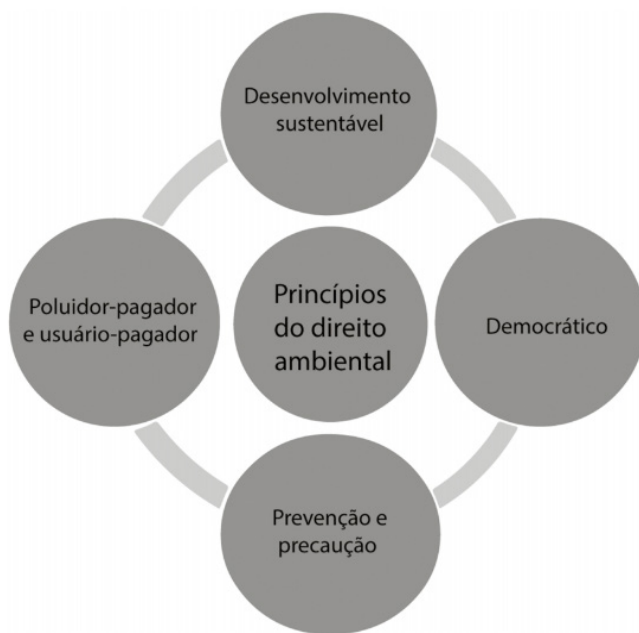
Figura 18 - Fluxograma com os princípios do Direito Ambiental inter-relacionados

Fonte:Giacomelli e Eltz (2018).

3.1 Princípio do desenvolvimento sustentável

O princípio em questão tem por essência o suporte das bases fundamentais da produção e reprodução do ser humano, bem como de suas atividades, assegurando

equitativamente uma relação adequada entre as pessoas e destas com o seu ambiente, de modo que as próximas gerações também possam usufruir os mesmos recursos que hodiernamente são desfrutados. “Vale dizer, o princípio do desenvolvimento sustentável visa compartilhar a atuação da economia com a preservação do meio ambiente” (GUERRA; GUERRA, 2014, p. 113).

Segundo Trennepohl (2020), as diretrizes de um desenvolvimento sustentável refletem a necessidade de conservação do meio ambiente, observados os princípios científicos e as leis naturais que regem a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, a necessidade de compatibilização das estratégias de desenvolvimento com a proteção do meio ambiente, a adoção de medidas de prevenção de danos e de situações de riscos ambientais e a cooperação internacional.

Fiorillo (2017, p. 66) alerta que “os recursos ambientais nãosão inesgotáveis, tornando-se inadmissível que as atividades econômicas desenvolvam-se alheias a esse fato”. Assim, objetiva-se o equilíbrio entre a economia e o meio ambiente. Permite-se o desenvolvimento, contudo, de modo sustentável, bem organizado, para que os recursos que atualmente se pode desfrutar não desapareçam ou se tornem ineficazes. Portanto, determina-se o princípio do desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que possa atender às necessidades hodiernas, sem que as próximas gerações sejam comprometidas.

Nesse diapasão, esclarecem Giacomelli e Eltz (2018, p. 42):

> O termo desenvolvimento sustentável surgiu no final da década de 1970, tendo sido consagrado na Eco-92, quando foi transformado em princípio. Tal princípio busca equilibrar a proteção ambiental com o desenvolvimento econômico, para uma melhor qualidade de vida, considerando a utilização de recursos naturais não renováveis de maneira consciente.

O progresso econômico possui enorme importância à nação, no entanto, sua realização deve ser em consonância com a conservação do meio ambiente. A bipartição “preservação ambiental” e “desenvolvimento econômico” pode ser resolvida se ambas as partes atuarem de maneira adequada sem atitudes extremas. Nesse sentido, afirmam Guerra e Guerra (2014, p. 114): “Essa maneira traduz-se nos princípios que regem o desenvolvimento sustentável que surge para compatibilizar as duas vertentes mencionadas”.

O desenvolvimento da humanidade não tem como consequência a deterioração do meio ambiente. Na realidade, a deterioração é oriunda da espécie de desenvolvimento prevalecente. Assim, os problemas ambientais advêm da forma inadequada de se buscar prosperidade (BECHARA, 2009).

Para Milaré (2020), no princípio do desenvolvimento sustentável, surge tão óbvia a reciprocidade entre direito e dever, porquanto o desenvolver-se e usufruir de um planeta plenamente habitável não é apenas direito, é dever precípuo das pessoas e da sociedade.

Desta forma, o desenvolvimento sustentável é o princípio que tem como finalidade a harmonia entre a atividade econômica e o uso correto dos recursos naturais.

3.2 Princípio do poluidor-pagador e do usuário-pagador

O princípio do poluidor-pagador é mencionado no inc. VII do art. 4º da Lei nº 6.938/81, que assim dispõe:

> Art 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:
>
> [...]
>
> VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos. (BRASIL, 1981).

O art. 14,§ 1º, da Lei nº 6.938/81 estabelece a responsabilidade objetiva do poluidor:

> § 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente. (BRASIL, 1981).

De acordo com Trennepohl (2020), o poluidor deve arcar com todos os ônus de seus atos, com o custo da produção. O fundamento do princípio, portanto, é afastar o ônus do custo econômico de toda a coletividade e repassá-lo ao particular que, de alguma forma, retira proveito do dano e das implicações que o meio ambiente sofrerá com o seu empreendimento.

Para Milaré (2020), o princípio não visa, evidentemente, tolerar a poluição mediante um preço, nem se limita somente a compensar os danos causados, mas sim, precisamente, evitar o impacto ao ambiente.

De acordo com Fiorillo (2017), esse princípio não traz como significado "pagar para poluir" ou "poluir por intermédio de pagamento". Por intermédio dele não se pode procurar modos de evitar que o dano seja reparado, estabelecendo uma licitude para a ação poluidora, como se o ser humano pudesse dizer "estou poluindo, mas estou pagando". O seu significado é bastante diverso.

O princípio do poluidor-pagador determina que o causador de danos ambientais seja responsabilizado pelas consequências de sua conduta, reparando o dano causado. Assim, esse princípio visa evitar a degradação ambiental, reprimindo a ação daquele que causou o dano, arcando com a reparação das sequelas causadas ao meio ambiente. Vale dizer, que ao Poder Público compete a aplicação das penas dispostas nas normas de proteção ambiental (GUERRA; GUERRA, 2014).

Para Giacomelli e Eltz (2018), o princípio do poluidor-pagador busca fazer a iniciativa privada suportar os custos ambientais decorrentes do alto consumo dos recursos naturais,

como forma de suprir os danos ambientais causados. Já o princípio do usuário-pagador foi reconhecido pelo art. 4º, segunda parte do inciso VII, da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).

Explicam os autores em tela que, fundado na ideia de que os bens ambientais são propriedades de todos, o Estado imputa àqueles que gozam desses bens com a finalidade de lucro um valor pecuniário para tanto. Contudo, isso não significa que aqueles que pagarem por esse uso serão donos dos recursos naturais e o utilizarão da forma como bem entenderem: a preservação do meio ambiente é a diretriz.

3.3 Princípio democrático (ou da informação)

Para Giacomelli e Eltz (2018), o princípio democrático garante à população a possibilidade de participar das políticas públicas de preservação ambiental, por meio de alguns instrumentos previstos na legislação.

Com esse princípio assegura-se a participação do cidadão na proteção do meio ambiente, uma vez que todo e qualquer serviço apresenta melhoria quando efetivamente cobrado pelos consumidores. E com o meio ambiente e sua preservação não ocorre de outra forma (TRENNEPOHL, 2020).

A participação democrática tem sede constitucional no art. 225, § 1º, VI, que expressa que para assegurar a efetividade desse direito (ao meio ambiente ecologicamente equilibrado), incumbe ao Poder Público: “[...] VI – promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988).

Portanto, para estar assegurado o princípio democrático, o cidadão pode se socorrer de diversas formas de participação colocadas ao seu dispor, conforme lhe foram asseguradas pela Constituição Federal.

3.4 Princípio da prevenção e da precaução

O princípio da prevenção, assim como o da precaução, tem a finalidade de tutelar e preservar o meio ambiente por meio de medidas de defesa, que deverão ser tomadas para atingir esse propósito. Contudo, a doutrina os apresenta de forma diferenciada.

Para Trennepohl (2020), o princípio da prevenção é aquele em que se constata, previamente, a dificuldade ou a impossibilidade da reparação ambiental, ou seja, consumado o dano ambiental, sua reparação é sempre incerta ou excessivamente onerosa. A razão maior desse princípio é a necessidade da cessação imediata de algumas atividades, potencialmente poluidoras, em razão dos resultados danosos para o meio ambiente. Essa possibilidade do resultado é o que caracteriza o princípio da prevenção.

Segundo o referido autor, o princípio da precaução aplica-se àqueles casos em que

o perigo é abstrato, de um estado de perigo em potencial, em que existam evidências que levem a considerar determinada atividade perigosa.

Guerra e Guerra (2014) os distinguem da seguinte forma: o princípio da precaução é aquele que estabelece que não se deve produzir intervenções no meio ambiente antes de se ter a certeza de que estas nãoserão adversas para o meio ambiente; ao passo que o princípio da prevenção aplica-se a impactos ambientais já conhecidos e que tenham uma história de informações sobre eles. Isto é, enquanto o primeiro se aplica a impactos que são desconhecidos; o segundo corresponde à aplicabilidade de impactos que já são conhecidos. Assim, distinçãobásica entre ambos resume-se a um corresponder a um perigo concreto (no caso da prevenção) e outro a um perigo abstrato (no caso da precaução).

Para Milaré (2020), o princípio da prevenção se distingue do princípio da precaução pois, prevenção tem uma concepção mais ampla do que a precaução e, por seu turno, precaução é a atitude ou medida antecipatória direcionada preferencialmente para casos concretos.

Ainda segundo o entendimento de Milaré (2020), o princípio da prevenção é basilar em Direito Ambiental, concernindo à prioridade que deve ser dada às medidas que evitem o nascimento de atentados ao ambiente, de modo a reduzir ou eliminar as causas de ações suscetíveis de alterar a sua qualidade.

Nesse contexto, defendem Giacomelli e Eltz (2018, p. 27-28):

> Um dos conceitos mais importantes em relação à sustentabilidade e preservação do meio ambiente é também um dos princípios mais polêmicos do Direito Ambiental, o princípio da precaução, que trata dos riscos desconhecidos em determinada tecnologia ou inovação. Com uma divisão bastante patente entre a aplicação desse princípio entre os Estados Unidos da América (concepção fraca) e a União Europeia (concepção forte), esse princípio é divisor de águas na implementação de tecnologias dos organismos geneticamente modificados e na manipulação genética humana para o tratamento de doenças, por exemplo, sendo estas as concepções: O conceito de precaução é, muitas vezes, confundido com o conceito de prevenção, que trata da gestão de riscos conhecidos da comunidade científica a partir da proibição de práticas ou da obrigação de tecnologias de mitigação desses riscos por meio de recursos de prevenção de acidentes. Ambos os princípios são desdobramentos do princípio 2 da Convenção do Rio, que determina a proibição de atividades que causem danos ao meio ambiente dentro de suas fronteiras ou que as ultrapassem.

Assim, pode-se afirmar que o princípio da prevenção objetiva evitar intervenções danosas ao planeta que previamente possam ser conhecidas. Já o princípio da precaução visa impedir aquelas ações possivelmente prejudiciais ao meio sobre as quais a ciência não tem conhecimento e cujas consequências, portanto, não podem ser precisadas.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DE VIABILIDADE DAS MEDIDAS MITIGADORAS

1 I SOLUÇÕES VIÁVEIS

Conforme as palavras de Trennepohl (2020, p. 75), "o planeta vive, pois, a decadência do 'Estado Desenvolvimentista', quando este encontra seus limites na questão ambiental com recursos findos". Urgente, portanto, que sejam tomadas medidas no sentido de se implementar o desenvolvimento sustentável.

De acordo com o autor em tela, o caminho é encontrar soluções comuns, averiguando os riscos da sociedade moderna, adequando a forma de vida, o consumo e os serviços, aos padrões menos arriscados e poluentes, adotando as políticas públicas corretas.

Considerando as ocorrências dos problemas ambientais no trecho administrado pela CART, há de se analisar as medidas mais eficazes para a redução desses impactos.

Em um primeiro momento, e sendo um dos pedidos principais da ação, o Ministério Público exigiu a retirada da barreira "New Jersey" e sua substituição por canteiros centrais, em razão dos prejuízos causados à fauna local. Todavia, é essencial verificar a viabilidade dessa medida.

Explica Santos (2015, grifos do autor):

> Estudo do **LabTrans** (Laboratório de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina) revela que as **barreiras New Jersey**, usadas tanto para dividir vias quanto para definir barreiras laterais em pistas, pontes e viadutos, devem prevalecer nas rodovias brasileiras por uma razão primordial: a segurança. Artefatos **pré-fabricados de concreto**, elas atuam com mais eficiência em acidentes, se comparadas com as defensas metálicas, que ainda predominam em algumas estradas do país, principalmente as não pedagiadas.
>
> A própria norma 109/2009 – PRO, do DNIT, ressalta a capacidade de impedir acidentes mais graves, proporcionadas pelas barreiras New Jersey. "Trata-se de dispositivo de proteção, rígido e contínuo, implantado ao longo das rodovias, com forma, resistência e dimensões capazes de fazer com que veículos desgovernados sejam reconduzidos à pista, sem brusca redução de velocidade nem perda de direção, causando o mínimo de danos ao veículo, seus ocupantes e ao próprio dispositivo, de modo que os acidentes não sejam agravados por fatores como, por exemplo, saídas de pista, colisão com objetos fixos (árvores, postes, pilares etc.) e colisão frontal com veículos trafegando na pista de fluxo oposto", diz a norma.

Embora a mureta de concreto que divide as pistas fomente o aumento dos

atropelamentos dos animais, e não podendo ser instalada de maneira indiscriminada sem considerar a vida animal, também é necessário averiguar a segurança no trânsito para a vida do ser humano. Muretas de concreto podem auxiliar na segurança dos motoristas, evitando que veículos ultrapassem as pistas e provoquem acidentes fatais. Faz-se necessário estabelecer medidas que promovam a segurança não apenas da fauna mas também do ser humano, assim, talvez a retirada da barreira não se mostre tão viável e eficaz.

Contudo, existem outras medidas para minimizar os impactos decorrentes das estradas, de forma eficiente. No Quadro 3, a seguir, estão relacionadas as medidas conhecidas conforme sua efetividade na minimização dos impactos diretos das rodovias sobre os diferentes grupos de fauna.

Tipo			Medida mitigadora	Grupo biológico			
				I	H	A	M
Intervenções Estruturais		1	Passagens inferiores				
		2	Passagens inferiores grandes				
		3	Passagens inferiores multiuso				
		4	Túneis para anfíbios e répteis				
		5	*Ecodutos ou pontes de ecossistemas*				
		6	Passagens superiores				
		7	Passagens superiores multiuso				
		8	Passagens no estrato arbóreo				
		9	Túneis rodoviários				
		10	Viadutos e elevadas				
		11	Pontes e pontilhões				
		12	Bueiros modificados				
		13	*Barreiras anti-ruído*				
		14	Ampliação do canteiro central				
Manejo	Usuários	1	Campanhas educativas				
		2	Sinalização viária				
		3	Limitação da velocidade				
		4	*Redução do volume de tráfego*				
		5	*Interdição temporária*				
		6	*Sistemas de detecção de fauna*				
	Biológico	7	*Alerta e afugentamento*				
		8	*Balizas*				
		9	*Alimentação*				
		10	Remoção de carcaças				
		11	Modificação do hábitat				
		12	Cercas e barreiras				
		13	*Redução populacional*				

Legenda: Recomendada; Eventualmente adequada; Eficácia indeterminada; Inadequada; *Sem uso conhecido no Brasil*

I = ictiofauna, H = herpetofauna, A = avifauna, M = mastofauna.

Quadro 3 - Medidas mitigadoras

Fonte: Lauxen (2012, p. 61).

Ainda que algumas dessas medidas já sejam adotadas, como sinalização e passagens de fauna em certos pontos da rodovia, levando em conta os impactos registrados, faz-se necessária a ampliação dessas medidas e/ou a adoção de outras providências para mitigar os impactos provocados à fauna, tais como, a criação de passagens subterrâneas, adaptação e manutenção das passagens já existentes, cercas que impeçam que os animais atravessem a pista, radares em áreas de maior fluxo de fauna, passagens superiores, e toda e qualquer medida que se apresente viável à mitigação desses impactos.

Frisa-se que qualquer medida a ser tomada deve se submeter a uma análise de viabilidade.

Nesse diapasão, ensinam Santos e Silva (2015, p. 84):

> A escolha dos locais para implantação das intervenções estruturais mitigadoras de impactos ambientais sobre a fauna deve ser realizada por umaequipe especializada. Equipes de biólogos possuem atribuição para averiguar edeterminar os pontos críticos que requerem a implantação dessas medidas, através do monitoramento contínuo e avaliação da paisagem acerca darodovia identificam-se os pontos com maiores incidências de travessia de animais [...].

Segundo o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM) (BARSANO, 2019), a eficácia das medidas mitigadoras adotadas deve ser determinada por intermédio de um programa de monitoramento pós-implementação, visando medidas corretivas, suplementares ou alteração das medidas mitigadoras.

Para Lauxen (2012), o monitoramento pós-construção é fundamental para avaliação da efetividade das medidas adotadas, detecção de possíveis adequações necessárias e consolidação de uma base de conhecimentos que auxilie a tomada de decisão futura.

Dessa forma, com a adoção adequada de medidas mitigadoras, a segurança no trânsito será muito maior, tanto para o ser humano quanto para a fauna silvestre.

No tocante aos resíduos das carcaças dos animais que, conforme relatado pelo MP, foi feito descarte junto à faixa de domínio da rodovia ou em aterros de lixo impróprios para receber tais resíduos, a conduta é ambientalmente inadequada, uma vez que se caracteriza como de grande impacto ambiental, com manifesta capacidade poluidora e, ainda, com alto risco à saúde pública.

O descarte próximo à faixa de domínio da rodovia ou em aterros de lixo domiciliares não se enquadra em nenhuma das formas apropriadas, já que tais áreas não são adequadas para receber tais resíduos. As requeridas acabam por admitir livres agressões ao ambiente, quando deveriam dispensar maior rigidez na proteção ambiental, segundo declarou o GAEMA (FONSECA, 2016).

Assim, os locais de descarte de animais são fontes potenciais de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas.

Outrossim, os resíduos, caso não controlados, produzem alto e negativo impacto ambiental. Torna-se fundamental, portanto, gerir os resíduos de forma correta, quando possível, minimizando a pressão sobre os recursos naturais bem como para evitar a degradação do meio ambiente (BELTRÃO, 2014).

Determina o art. 3º da Resolução nº 358 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA):

> Art. 3º. Cabe aos geradores de resíduos de serviço de saúde e ao responsável legal, referidos no art. 1º desta resolução, o gerenciamento dos resíduos desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e saúde ocupacional, sem prejuízo de responsabilização solidária de todos aqueles, pessoas físicas e jurídicas que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental, em especial os transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição final, nos termos da lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005).

Sobre a destinação específica e ambientalmente adequada, há estudos que indicam medidas como: autoclavação, incineração, aterro sanitário construído dentro de normas preestabelecidas que permitam garantir a qualidade do meio ambiente e que não prejudique o ar, compostagem e cemitério de animais (BELTRÃO, 2014).

Dessa forma, resíduos de animais devem ter destinação ambiental adequada em locais apropriados, evitando-se o risco de contaminação do solo, do lençol freático, da fauna e da flora, bem como, evitando-se colocar em risco a própria saúde do ser humano.

Ademais, frisa-se que a importância da biodiversidade no ambiente propicia inúmerosbenefícios, que vãoalém dos interesses econômicos e sociais e que, apesar de aparentemente irrisórios, tendem a se esgotar em um desenvolvimento que não priorize a sustentabilidade das atividades produtivas e das ações antrópicas (BARBOSA; VIANA, 2014). O desenvolvimento sustentável é "aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades" (OLIVEIRA, 2017, p. 103).

Busca-se, com isso, a coexistênciaharmônica e proporcional entre economia e meio ambiente, possibilitando o desenvolvimento de forma sustentável, planejada, para que os recursos atualmente existentes não se esgotem ou tornem-se inúteis. Significa dizer que o desenvolvimento econômico é fundamental para o país, contudo, este deve ser realizado em conformidade com a preservação ambiental. Conforme Guerra e Guerra (2014, p. 113-114), "a dicotomia 'preservar o meio ambiente' e 'fomentar o desenvolvimento econômico' é solucionável se as partes procederem de forma correta sem extremismos".

2 I APLICAÇÃO DO DIREITO NAS MEDIDAS MITIGADORAS

O meio ambiente, bem protegido pelo ordenamento jurídico, é o conjunto de aspectos naturais, físicos e populacionais e o conjunto de interações entre esses aspectos. Constitui-se, também, de aspectos culturais e artificiais criados pelo ser humano. Esses conceitos são provenientes de estudos científicos e de convenções internacionais, como a noção de meio ambiente humano, que decorre da conferência de Estocolmo, em 1972 (GIACOMELLI; ELTZ, 2018).

Assim, ao tutelar o meio ambiente equilibrado como um bem jurídico em seus aspectos naturais, culturais e artificiais, o ordenamento jurídico mostra-se como garantidor do equilíbrio entre esses aspectos, a partir da fiscalização das atividades privadas, de sua limitação quando necessário e da tutela do desrespeito a esses direitos, baseados em suas ferramentas de responsabilidade.

Nesse sentido, esclarecem Giacomelli e Eltz (2018, p. 70):

> Isso porque o direito a um meio ambiente equilibrado não figura um simples bem jurídico previsto no ordenamento jurídico, mas sim é integrante da categoria de direitos fundamentais ou cláusulas pétreas constitucionais em determinados países:
>
> Assim, ao mesmo tempo que o meio ambiente equilibrado como um bem jurídico aponta-o como um valor especial protegido pela sociedade, seu alçamento a direito fundamental caracteriza a importância dos aspectos que o compõem para a própria existência da humanidade tal como a concebemos, uma vez que integra o quadro formado por direitos de liberdade, igualdade, à vida e ao desenvolvimento econômico. Isso porque todos os demais direitos dependem desse equilíbrio essencial à própria saúde e mesmo à vida do ser humano como parte de um ecossistema integrado e aperfeiçoado por sua evolução cultural e civilizatória.

Como é sabido, no ordenamento jurídico brasileiro, existem instrumentos capazes de evitar que o dano ambiental se efetive, porém, mesmo com esses cuidados, é possível que hajam impactos aos recursos naturais.

Nestes casos, o infrator se sujeitará, entre outras, à responsabilidade civil, conforme estabelece a Constituição Federal de 1988. Tal responsabilidade, fundamenta-se na obrigação de reparar o dano, traduzindo-se na recomposição do bem prejudicado ou em uma indenização.

A responsabilidade civil é objetiva por expressa previsão constante no artigo 225, C 3º da Constituição Federal. Desse modo, não há a exigência de elemento subjetivo para a sua configuração. A temática em estudo encontra-se disciplinada pela Lei nº 6.938/81.

A responsabilidade penal é inovação da Constituição Federal de 1988. De tal maneira, possibilitou que a tutela do meio ambiente fosse implementada por intermédio da forma mais rígida do sistema jurídico, isto é, pela tutela penal. Essa imposição foi

determinada pelo texto constitucional, em seu artigo 225, § 5º.

De acordo com Tauchert (2016), nos crimes ambientais, a proteção se destina ao meio ambiente, porque este tem grande relação com a sadia qualidade de vida, exigindo a atuação do Direito Penal em função de se estar diante de valores que dizem respeito a toda coletividade.

Para o referido autor, as infrações ambientais surgem quando o agente deseja o resultado ou assume o risco de produzi-lo. Até a edição da Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais), a punição só alcançava as infrações ambientais dolosas. Atualmente, nestas figuras típicas, o elemento moral vem expresso tanto no dolo quanto na culpa.

A responsabilidade administrativa também encontra respaldo na Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, § 3º. Compreende-se por sanções administrativas as penalidades impostas por órgãos vinculados de forma direta ou indireta aos entes estatais (União, Estados, Municípios e mesmo Distrito Federal), nos limites de competência determinados em lei, com o objetivo de impor regras de condutas àqueles que também estão ligados à Administração no âmbito do Estado Democrático de Direito (FIORILLO, 2017).

As sanções citadas têm ligação direta com o Poder de Polícia, cuja Administração Pública atua com a finalidade de limitar ou disciplinar direito, interesse ou liberdade, determina a prática de ato ou abstenção de conduta em razão de interesse público atrelado ao bem-estar da coletividade. É decorrente de autorização constitucional, pois a Constituição Federal permite a aplicação de punições das mais diversas, destinadas a resguardar os bens ambientais vinculados ao uso comum do povo (TAUCHERT, 2016).

Para Milaré (2020), uma vez sendo de conhecimento que todo e qualquer projeto de desenvolvimento impacta o meio ambiente e, do mesmo modo, certo de que o crescimento socioeconômico é um imperativo, urge, pois, discutir os instrumentos e mecanismos que os harmonizem, reduzindo, quando possível, os impactos ecológicos negativos e, consequentemente, os custos econômicos e sociais. Entre os instrumentos de gestão ambiental, a Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal nº 6.938/1981, apresentou como ações preventivas afetas ao Estado a avaliação de impactos ambientais e o licenciamento para a instalação de obras ou atividades potencialmente poluidoras.

Desse modo, de acordo com Trennepohl (2020),os estudos ambientais prévios devem englobar diversas áreas e situações afetadas por uma obra ou empreendimento, haja vista que o meio ambiente é integrado por elementos naturais e artificiais, abrangendo os recursos da natureza propriamente ditos, o modo de vida, os valores culturais, sociais e históricos que possam ser prejudicados e, inclusive, as atividades econômicas existentes na área de influência. A resolução CONAMA n. 1/86 enumerou diversas atividades para

as quais é exigido o estudo de impacto ambiental e respectivo relatório – EIA/RIMA, nos seguintes termos:

Art. 2º – Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

I – estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;

II – Ferrovias;

III – Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;

IV – aeroportos, conforme definido pelo inciso I, artigo 48, do decreto-lei n. 32, de 18.11.66;

V – oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;

VI – Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV;

VII – obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;

VIII – extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);

IX – extração de minério, inclusive os da classe II, definidos no código de Mineração;

X – aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;

XI – Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a forma de energia primária, acima de 10 MW;

XII – complexo e unidades industriais e agroindustriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos);

XIII – distritos industriais e zonas estritamente industriais – ZEI;

XIV – exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;

XV – Projetos urbanísticos, acima de 100ha ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes;

XVI – Qualquer atividade que utilize carvão vegetal, derivados ou produtos similares em quantidade superior a dez toneladas por dia;

XVII – Projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1000 ha ou menores,

neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termo percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental.

Salienta-se que, ainda que a CART, empresa responsável pela Rodovia Raposo Tavares, realize o estudo de impacto ambiental e respectivo relatório – EIA/RIMA, é importante observar, contudo, que a exigibilidade do estudo de impacto ambiental não se restringe às atividades elencadas, pois todas aquelas que apresentam potencial poluidor ou modificador do meio ambiente estão sujeitas a esses estudos, de acordo com a Lei n. 6.938/81.

De tal maneira, o órgão ambiental licenciador poderá exigir a elaboração do estudo de impacto ambiental e respectivo relatório (EIA/RIMA) sempre que entender que determinada obra ou atividade é potencialmente poluidora ou modificadora das condições ambientais, ainda que não conste da Resolução CONAMA n. 1/86.

A constituição estabelece uma garantia em favor do meio ambiente, não um mínimo, e sim a justa medida de que o significativo impacto ao meio ambiente deve ser tratado pelo EIA. O legislador não pode atuar de forma desproporcional. Pecar pelo excesso é deixar de cumprir a constituição, exigindo ônus desnecessário em cima não somentedo estado, mas de seus cidadãos (TRENNEPOHL, 2020).

Benjamin (1993) aduz que "é induvidoso que não é toda e qualquer obra ou atividade que exige a elaboração de EIA. Seria um desperdício de recursos humanos e econômicos". As "atividades modificadoras do meio ambiente" do caput do artigo 2º da Resolução CONAMA 01, de 1986, e das Leis 11.428/06 e 7.661/88 estão muito distante da "significativa degradação do meio ambiente" imposta pela constituição, devendo-se fazer uma leitura de acordo com a constituição do instituto.

É óbvio, além do mais, de que a educação ambiental é o melhor meio para que o meio ambiente seja tutelado, porém, enquanto isso não se concretiza, deve-se protegê-lo utilizando-se de todos os meios admitidos legalmente para garantir a sobrevivência das presentes e futuras gerações.Não foi de outro modo que o legislador constituinte reservou um capítulo completo destinado ao meio ambiente (art. 225 da CF).

Segundo Silva (2020) ao se realizar o EIA/Rima das rodovias, deve-se fazer o levantamento da fauna não apenas da área que passará a rodovia como também do seu entorno, área de influência dessa, permitindo uma avaliação ambiental integrada. Para o levantamento do passivo ambiental, deve-se levar em conta não somente a área existente, mas também as obras já existentes (em andamento) e executadas anteriormente (rodovias já construídas). Vez que os impactos negativos das rodovias, se considerados de maneira isolada, não refletem a sua grandeza.

Para a referida autora, observa-se como principal fragilidade da EIA, admitida para construção de rodovias, o fato de os estudos de impactos feitos para esse tipo de

empreendimento não serem capaz de realizar uma análise sistêmica, integrando e fazendo comparações com os efeitos ambientais que se espera do projeto e de cada uma de suas alternativas. Ainda a avaliação da verdadeira consequência dos efeitos contrários é considerada como uma de suas falhas. Em grande parcela desses estudos, para qualquer que seja o tipo de empreendimento, a maioria dos impactos previstos são considerados como sendo de pouca magnitude.

Completa a autora em tela que é possível notar que muitas rodovias no Brasil foram construídas em instante anterior a publicação dessas normas ambientais em vigor, principalmente da PNMA e a adoção da Avaliação Ambiental Integrada, o quê resulta de certo modo na hipótese de um passivo ambiental. Todavia, compreende-se que na construção de novos trechos e na reforma da malha viária existente, faz-se fundamental à aplicação do Princípio da Prevenção, de maneira a prevenir novos danos ambientais à fauna.

Para que a tutela ambiental seja efetivada é, assim, essencial que conforme o estabelecido no artigo 225 da CF/88, que valida a solidariedade intergeracional em fomentar a tutela faunística e a propiciação do equilíbrio ecológico, desenvolver estudos ambientais de modo vasto ampla e ajustada. Por fim essa instrução deve ser seguida com a aplicação do princípio da prevenção ambiental, estudar de maneira integrada e licenciar anteriormente a construção ou ampliação de tais rodovias.

O Poder Público deve ir em busca de realizar concessões públicas por intermédio de contratos para a gestão dessas rodovias, objetivando inclusive à instalação de ecodutos e demais passagens de fauna, visando que os animais ali existentes possam transpassar as rodovias. Frisa-se que a contratação de qualquer serviço pelos órgãos públicos depende de aprovação de cotas orçamentárias e da realização de processos licitatórios em conformidade com a Lei 8.666, de 21 de junho de 1993 (SILVA, 2020).

Para Silva (2020, p. 2):

> Posteriormente, no âmbito do processo de regularização ambiental, com a análise dos estudos de inventariamento e monitoramento de fauna, poderão ser identificados locais de maior efetividade no controle desses atropelamentos, bem como a adoção de outras medidas mais complexas, citando algumas: passagens subterrâneas e aéreas, cercas para o direcionamento da fauna, faixa arbórea nativa nas laterais da estrada, sinalização, redutores de velocidade, ações de educação ambiental e assim como execução permanente do monitoramento da fauna atropelada com vistas à revisão das medidas de controle implementadas.
>
> O aumento do número de faixas de rolamento e veículos consequentemente incrementa o potencial de atropelamentos, cabendo, portanto, aos órgãos licenciadores exigirem cada vez mais das entidades executivas rodoviárias medidas de mitigação dos impactos ocasionados à fauna, tais como: monitoramento das espécies, programas de resgate de fauna, programas de monitoramento de fauna, estudos de passagens superiores e inferiores de

fauna (construção de túneis, ecodutos, cercas guia e de contenção, dentre outras obras de arte da engenharia), melhoria na sinalização, instalação de cercas guia, instalação de redutores de velocidade, placas de sinalização e incremento de campanhas educativas.

Pode-se concluir que a adoção de medidas eficazes para que possa ser evitado o atropelamento faunístico em rodovias em obra necessita que estudos sejam realizados preliminarmente, levando-se em consideração toda a área ao redor da construção para que os trechos passíveis de acidentes sejam identificados bem como as estatísticas dos grupos acometidos, o conhecimento das espécies existentes no local e das razões do deslocamento e possíveis motivos dos atropelamentos.

Podemos observar conforme figura abaixo o viaduto vegetado, que foi inaugurado em agosto de 2020, é o primeiro construído em uma rodovia federal. O projeto é considerado um marco da conservação da biodiversidade no país.

Figura 19 - Primeiro viaduto vegetado em rodovia federal do Brasil fica na BR-101, em Silva Jardim, no RJ

Fonte: Knust e Marinho (2021)

O viaduto acima (*overpass*) não foi construído através de estudos preliminares. Este, foi construído após o Ministério Público Federal ingressar, em 2016, com uma ação civil pública para exigir que as condicionantes ambientais do processo de licenciamento da duplicação da rodovia fossem efetivamente executadas.

Frisa-se que o escopo deste trabalho é idealizar estudos prévios para implementação

de medidas mitigadoras e não medidas forçadas.

Em análise em torno de todo o contexto faunístico, através de toda a pesquisa efetuada neste trabalho, observa-se que o estudo sobre o ambiente faunístico deve ser feito em caráter específico, observando cada contexto da fauna naquele trecho de obra ou rodovia.

De acordo com o ambientalista Kindel, os viadutos são construídos em contextos bastante específicos.

Destarte, portanto, que o EIMA/RIMA, não possui este condão de estudo específico sobre a fauna, devendo ter um estudo técnico detalhado sobre o ambiente faunístico que poderia até ser nomeado de RIFAS (Relatório dos Impactos sobre a Fauna Silvestre), com precisão e análise do contexto faunístico no trecho a ser construído.

O princípio jurídico que fundamenta a adoção de tais medidas é a prevenção ao meio ambiente que propicia a harmonia no uso dos recursos ambientais naturais, o controle da qualidade ambiental e das práticas poluidoras, assim como a essencialidade da educação ambiental a ser vastamente e irrestritamente fomentada, visando a aplicação da proteção ambiental no tocante às concepções relativas à fauna.

CAPÍTULO 6
CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como finalidade abordar a questão dos impactos ambientais sobre a fauna silvestre causados por estradas na região do Oeste Paulista e a efetividade das medidas mitigadoras, em razão da relevância de se compreender os importantíssimos aspectos desse tema para a conservação da biodiversidade.

Verificou-se que as ações humanas que influenciam no meio ambiente podem levar à extinção de espécies da fauna silvestre, bem como interferir no equilíbrio ecológico, prejudicando a atual e as futuras gerações.

É o que tem acontecido na Rodovia Raposo Tavares, na região do Oeste Paulista, onde muitos impactos têm ocorrido, uma vez que a rodovia passa por área de migração de muitos animais silvestres, colocando-os em risco.

Em razão desses impactos, os ecossistemas têm sido alterados significativamente, sendo necessárias medidas que sejam realmente observadas quanto ao planejamento adequado nas estradas. Para tanto, é fundamental que políticas nacionais e internacionais sejam verdadeiramente colocadas em prática, bem como deve haver um exame cuidadoso quanto aos projetos rodoviários e a fiscalização precisa ser efetiva.

Soluções comuns devem ser encontradas, considerando todos os riscos e adaptando as formas de vida aos padrões menos impactantes, utilizando políticas públicas adequadas para cada caso.

Existem muitas medidas para diminuir os impactos provocados pelas estradas, contudo, devem ser analisadas conforme sua viabilidade para minimizar os impactos diretos das rodovias sobre os diferentes grupos de fauna.

À vista do exposto, observou-se que é necessário que meio ambiente e o desenvolvimento econômico possam ter uma relação harmoniosa, bem planejada, visando manter os recursos atualmente existentes para que não se findem. E o ordenamento jurídico é o garantidor do equilíbrio entre esses aspectos, devendo as medidas mitigadoras serem estudadas em caráter prévio e não forçadas a sua execução, trazendo a ideia de um estudo específico sobre a fauna silvestre (RIFAS).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO.**Cart**. Disponível em: http://www.artesp.sp.gov.br/Style%20Library/extranet/rodovias/rodovia-interna.aspx?id=13. Acessoem: 07 nov. 2018.

ALAMGIR, Mohammed *et al*. Economic, socio-political and environmental Risks of Road Development in the Tropics.**CurrentBiology**, v. 27, n. 20, p. R1130-R1140, oct. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.08.067. Acesso em: 04 mar. 2021.

ALVES, Tuany. Perigos das rodovias brasileiras impactam conservação do tamanduá-bandeira. Minas faz Ciência, 02 jan. 2020. Disponível em: https://minasfazciencia.com.br/2020/01/02/perigos-das-rodovias-brasileiras-impactam-conservacao-do-tamandua-bandeira/. Acessoem: 12 mar. 2021.

ARNETT, Ed. A Meeting of the Minds on Migrating Wildlife and Highway Collisions.**Theodore Roosevelt Conservation Partnership**, 22 feb.2019. Disponívelem: https://www.trcp.org/2019/02/22/meeting-minds-migrating-wildlife-highway-collisions/. Acesso em: 06 mai. 2021.

ASSIS, Júlia Camara de; FURLAN, Sueli Angelo. III Congresso Brasileiro de Ecologia de Estradas: Road EcologyBrazil 2014. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-463, 2014. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/84545/87459. Acesso em: 05 abr. 2020.

BAGER, Alex *et al*. Os Caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversividade Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 75-86, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297704345_Os_caminhos_da_conservacao_da_biodiversidade_brasileira_frente_aos_impactos_da_infraestrutura_viaria. Acesso em: 04 nov. 2018.

BARBOSA, Rildo Pereira; VIANA, Viviane Japiassú; RANGEL, Margana Batista Alves. **Fauna e flora silvestres**: equilíbrio e recuperação ambiental. São Paulo: Erica: Saraiva, 2014.

BARNOSKY, Anthony D. *et al*. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? **Nature**, v. 471, p. 51-57, mar. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/50267709_Has_the_Earth's_Sixth_Mass_Extinction_Already_Arrived_Nature. Acesso em: 23 abr. 2021.

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira. **Meio ambiente**: guia prático e didático. 3. ed. São Paulo: Érica, 2019.

BECHARA, Erika. **Licenciamento e compensação ambiental na Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC)**. São Paulo: Atlas, 2009.

BELTRÃO, Antonio F. G. **Curso de direito ambiental**. 2. ed. rev., atual. eampl. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2014.

BENJAMIN, Antonio Herman V.; MILARÉ, Édis. **Estudo prévio de impacto ambiental**. São Paulo: RT, 1993.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: dia mês ano.

CANNON, John C. Novo estudo: impactos provocados por estradas vão além dos danos ambientais. Tradução de Isadora Veiga. **Mongabay**, 12 abr. 2018. Disponível em: https://brasil.mongabay.com/2018/04/novo-estudo-impactos-provocados-por-estradas-vao-alem-dos-danos-ambientais/#:~:text=Os%20impactos%20de%20uma%20estrada,a%20provis%C3%A3o%20de%20%C3%A1gua%20limpa. Acessoem: 04 mar. 2021.

CARO, Tim *et al*. Compromise solutions between conservation and road building in the tropics. **CurrentBiology**, v. 24, n. 16, p. R722-R725, aug. 2014. Disponível em: https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(14)00833-1?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982214008331%3Fshowall%3Dtrue. Acesso em: 22 mar. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. **Sistema Urubu**. (Módulo 1 - Ecologia de Estradas). Disponível em: https://estatico.cnpq.br/portal/premios/2018/pjc/assets/pdf/webaulas/web-05/sistema-urubu.pdf. Acessoem: 04 nov. 2018.

CLEVENGER, Anthony; HUIJSER, Marcel. Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America. **U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration**, mar. 2011. Disponívelem: https://roadecology.ucdavis.edu/files/content/projects/DOT-FHWA_Wildlife_Crossing_Structures_Handbook.pdf. Acessoem: 06 mai. 2021.

COFFIN, Alisa W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, v. 15, n. 5, p. 396-406, sep. 2007.Disponívelem: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692306001177?via%3Dihub. Acesso em: 02 jul. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Disponível em: http://www.hemocentro.fmrp.usp.br/wp-content/uploads/legislacao/Resolucao%20Conama%20358%20de%2029%2004%202005.pdf. Acessoem: 03 set. 2021.

CUNNINGTON, Glenn M.; FAHRIG, Lenore.Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise.**Acta Oecologica**, v. 36, p. 463-470, 2010. Disponível em: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1037.5211&rep=rep1&type=pdf. Acesso em: 02 fev. 2021.

CYMBALUK, Fernando. Animais na pista. **UOL**, São Paulo, 27 mar. 2018. Disponível em: https://www.uol/noticias/especiais/animais-na-pista.htm#15-animais-atropelados-por-segundo. Acessoem: 03 dez. 2018.

ELLIS, Erle C. *et al*. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000.**Global EcologyandBiogeography**, v. 19, n. 5, p. 589-606, sep. 2010. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x. Acesso em: 23 mar. 2021.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 17. ed.São Paulo: Saraiva, 2017.

FONSECA, Stephanie. Ameaçada de extinção, onça-parda morre após atropelamento na Rodovia da Integração, em Dracena. **G1Presidente Prudente e Região**, 30 jul. 2021. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/noticia/2021/07/30/vulneravel-ao-risco-de-extincao-onca-parda-morre-apos-atropelamento-na-rodovia-da-integracao-em-dracena-veja-video.ghtml. Acesso em: 06 jul. 2021.

FONSECA, Stephanie. Em defesa da fauna, MPE quer retirada de barreira de concreto da SP-270. **G1 Presidente Prudente e Região**. 26 out. 2016. Disponível em: http://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/noticia/2016/10/em-defesa-da-fauna-mpe-quer-retirada-de-barreira-de-concreto-da-sp-270.html. Acesso em: 06 nov. 2018.

FONSECA, Stephanie. Levantamento de fauna aponta quase 580 espécies animais em Presidente Prudente; 21 estão ameaçadas de extinção. **G1 Presidente Prudente e Região**. 22 out. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/noticia/2020/10/22/levantamento-de-fauna-aponta-quase-580-especies-animais-em-presidente-prudente.ghtml. Acesso em: 03 fev. 2021.

GIACOMELLI, Cinthia Louzada Ferreira; ELTZ, Magnum Koury de Figueiredo. **Direito e legislação ambiental**. Porto Alegre: Sagah, 2018.

GOMES, Letícia. Motorista fica 'maravilhado' ao flagrar onça-pintada em estrada de SP. **G1 Santos e Região**. 19 mar. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2020/03/19/motorista-fica-maravilhado-ao-flagrar-onca-pintada-em-estrada-de-sp-video.ghtml. Acesso em: 03 fev. 2021.

GUERRA, Sidney; GUERRA, Sérgio. **Curso de direito ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

HALFWERK, Wouter*et al*. Negative impact of traffic noise on avian reproductive success.**Journal of Applied Ecology**, v. 48, p. 210-219, 2011.Disponível em: https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2664.2010.01914.x. Acesso em: 03 fev. 2021.

HILL, Jacob. The environmental impact of roads.**Environmental Science.org**. 2011. Disponível em: https://www.environmentalscience.org/roads. Acessoem: 06 mai. 2021.

JAKOBSSON, Simon *et al*. How does roadside vegetation management affect the diversity of vascular plants and invertebrates? A systematicreview. **Environmental Evidence**, v. 7, p. 1-14, jul. 2018. Disponível em: https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-018-0129-z. Acesso em: 10 mar. 2021.

KINDEL, Andreas. Viadutos para animais silvestres: novidade que chegou para ficar no Brasil. **Fauna News**. 23 out. 2020. Disponível em: https://faunanews.com.br/2020/10/23/viadutos-para-animais-silvestres-novidade-que-chegou-para-ficar-no-brasil/. Acesso em: 22 abr. 2022.

KNUST, Karine; MARINHO, Rodrigo. Viaduto vegetado ganha câmeras e tem primeiro registro de uso por animais no RJ; saiba como funciona. **G1 Região dos Lagos**. 24 ago. 2021. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2021/08/24/camera-faz-primeiro-registro-de-uso-do-viaduto-vegetado-simbolo-de-conservacao-da-biodiversidade-no-pais.ghtml. Acesso em: 22 abr. 2022.

KOCIOLEK, Angela V. *et al*. Effects of road networks on bird populations. **ConservationBiology**, v. 25, n. 2, p. 241-249, apr. 2011. Disponível em: https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.2010.01635.x. Acesso em: 12 abr. 2021.

LAUXEN, Mozart da Silva. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna**: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. 2012. 146 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72378/000877896.pdf?sequence=1. Acesso em: 24 jan. 2021.

LIMA-RIBEIRO, Matheus de Souza. Efeitos de borda e sua influência na vegetação e estruturação populacional em fragmentos de cerradão no município de Caiapônia, GO, Brasil. **Acta Botânica**, Brasílica, v. 22, n. 2, p. 535-545, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/abb/v22n2/a20v22n2.pdf. Acesso em: 02 fev.2021.

MAIS de mil animais já foram atropelados na Rodovia Raposo Tavares. **G1 Presidente Prudente e Região**. 18 dez. 2018. Disponível em: http://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/videos/t/todos-os-videos/v/mais-de-mil-animais-ja-foram-atropelados-na-rodovia-raposo-tavares/7241409/. Acesso em: 06 nov. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

MIGRAÇÃO de espécies. **Migração sem erro**, Manaus. Disponível em: https://migracaosemerro.wixsite.com/migracaosemerro/single-post/2015/08/31/migra%C3%A7%C3%A3o-de-esp%C3%A9cies. Acesso em: 12 mar. 2021.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 12. ed. rev. atual. eampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020.

MILARÉ, Édis; MILARÉ, Lucas T. Estudo de impacto ambiental. *In:* CAMPILONGO, Celso Fernandes; GONZAGA, Álvaro de Azevedo; FREIRE, André Luiz (coord.). **Enciclopédia Jurídica da PUC-SP**. São Paulo: PUCSP, 2020. (Tomo: Direitos Difusos e Coletivos). Disponível em:https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/322/edicao-1/estudo-de-impacto-ambiental. Acessoem: 06 jul. 2021.

MORELLI, Federico *et al*. Can roads, railways and related structures have positive effects on birds? – A review. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 30, p. 21-31, jul. 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920914000327. Acesso em: 04 abr. 2021.

NALINI, José Renato; LEVY, Wilson. **Direito ambiental**: nível superior. São Paulo: Saraiva, 2014. (Coleção Passe em Concursos Públicos).

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY.**Migration**. 28 jun. 2019. Disponível em: https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/migration/#:~:text=Many%20animal%20species%20migrate%2C%20including,distances%20and%20in%20large%20numbers.&text=In%20the%20winter%2C%20they%20migrate,waters%20to%20raise%20their%20calves. Acesso em: 06 mai. 2021.

OLIVEIRA, Julimar Andrade. Valoração da fauna silvestre de vertebrados atropelada em rodovias brasileiras. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, São Paulo, ano 4, n. 14, abr./jun. 2017. Disponível em: http://revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_14_OLIVEIRA_Julimar_Andrade.pdf. Acesso em: 04 fev. 2021.

PENN, Michael R; PARKER, Philip J. **Introdução à infraestrutura**: para engenharia civil e ambiental. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

PERDA de habitat. **Fauna News**, São Paulo, 2020. Disponível em: http://faunanews.com.br/perda-de-habitat/. Acesso em: 24 abr. 2021.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Direito ambiental**. 3. ed.São Paulo: Saraiva, 2016.

SANTOS, Altair. Barreiras New Jersey: garantia de segurança nas estradas. **Massa Cinzenta**, 01 abr. 2015. Disponível em: https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/barreiras-new-jersey-seguranca-nas-estradas. Acesso em: 02 set. 2021.

SANTOS, Cássio Rodinei dos; SILVA, Rafael Vieira da. Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos ambientais. **RIC - Revista Internacional de Ciências**,·Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 74-95, jul./dez. 2015. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/19647/14416. Acesso em: 18 nov. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. **Decreto nº 63.853, de 27 de novembro de 2018**. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. São Paulo: ALESP, 2018. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63853-27.11.2018.html. 22 mai. 2021.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho cientifico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Leila Cristina do Nascimento e. **Atropelamento de animais nas rodovias brasileiras**. Disponível em: <https://direitoambiental.com/atropelamento-de-animais-nas-rodovias-brasileiras/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

SILVA, Rômulo. Por que as aves migram? Tricurioso, 2018. Disponível em: https://www.tricurioso.com/2019/01/11/por-que-as-aves-migram/amp/. Acesso em: 22 mai. 2021.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. 15. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

SPELLERBERG, Ian F. **Ecological effects of roads**. Boca Raton: CRC Press, 2002. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?q=SPELLERBERG,+I.+ F.+2002.+Ecological+ effects+of+roads.+Enfield,+USA,+Science+Publishers,+251p.&hl=ptBR&as_sdt=0&as_vis=1&oi= scholart. Acesso em: 28 jan. 2021.

TAUCHERT, Maicon Rodrigo; SOUSA, Álvaro Michael Pereira de. Impacto ambiental e suas consequências jurídicas. **JUS**, jan. 2016. Disponível em: https://jus.com.br/artigos/46230/impacto-ambiental-e-suas-consequencias-juridicas. Acesso em: 06 jul. 2021.

TRENNEPOHL, Terence. **Manual de direito ambiental**. 8. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020.

TROMBULAK, Stephen C.;FRISSELL, Christopher A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities.**ConservationBiology**, v. 14, n. 1, p. 18-30, feb. 2000. Disponível em: https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/ 10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x. Acesso em: 05 abr. 2021.

VIDAL, John. Destruição do habitat natural. A verdadeira causa da pandemia. **Brasil 247**. Cotia, 27 mai. 2020. Disponível em: https://www.brasil247.com/oasis/destruicao-do-habitat-natural-a-verdadeira-causa-da-pandemia. Acesso em: 04 mai. 2021.

VIEIRA, Renan Luiz Albuquerque *et al*. O impacto das rodovias sobre a fauna silvestre no brasil. **Natureza online**, Santa Teresa, ES, v. 17, n. 2, p. 63-75, nov. 2019. Disponível em: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/ NOL20190602.pdf. Acesso em: 26 jan. 2021.

WERNER, Aline J. P. **Migração animal**. 2014. Disponível em: https://www.ebah.com.br/content/ABAAAfnc8AE/migracao-animal. Acessoem: 05 dez. 2018.

WILKIE, David *et al*. Roads, development, and conservation in the Congo basin.**ConservationBiology**, v. 14, n. 6, p. 1614-1622, dec. 2000.

IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA SILVESTRE

CAUSADOS POR ESTRADAS NA REGIÃO DO OESTE PAULISTA

E A EFETIVIDADE DAS MEDIDAS MITIGADORAS

Ano 2022